

## 明 細 書

### 液晶表示装置

#### 5 技術分野

本発明は、液晶表示装置に関し、特に、広視野角特性を有し、高品位の表示を行う液晶表示装置に関する。

#### 背景技術

10 近年、パーソナルコンピュータのディスプレイや携帯情報端末機器の表示部に用いられる表示装置として、薄型軽量の液晶表示装置が利用されている。しかしながら、従来のツイストネマチック型（TN型）、スーパーツイストネマチック型（STN型）液晶表示装置は、視野角が狭いという欠点を有しており、それを解決するために様々な技術開発が行われている。

15 TN型やSTN型の液晶表示装置の視野角特性を改善するための代表的な技術として、光学補償板を付加する方式がある。他の方式として、基板の表面に対して水平方向の電界を液晶層に印加する横電界方式がある。この横電界方式の液晶表示装置は、近年量産化され、注目されている。また、他の技術としては、液晶材料として負の誘電率異方性を有するネマチック液晶材料を用い、配向膜として垂直配向膜を用いるDAP(deformation of vertical aligned phase)がある。これは、電圧制御複屈折(ECB:electrically contro

20

lled birefringence)方式の一つであり、液晶分子の複屈折性を利用して透過率を制御する。

5           しかしながら、横電界方式は広視野角化技術として有効な方式の一つではあるものの、製造プロセスにおいて、通常のTN型に比べて生産マージンが著しく狭いため、安定な生産が困難であるという問題がある。これは、基板間のギャップむらや液晶分子の配向軸に対する偏光板の透過軸（偏光軸）方向のずれが、表示輝度やコントラスト比に大きく影響するためであり、これらを高精度に制御して、安定な生産を行うためには、さらなる技術開発が必要である。

10           また、DAP方式の液晶表示装置で表示ムラの無い均一な表示を行うためには、配向制御を行う必要がある。配向制御の方法としては、配向膜の表面をラビングすることにより配向処理する方法がある。しかしながら、垂直配向膜にラビング処理を施すと、表示画像中にラビング筋が発生しやすく量産には適していない。

15           そこで、本願発明者は、他の者とともに、液晶層を介して対向する一対の電極の一方に開口部と中実部とからなる所定の電極構造を形成し、開口部のエッジ部に生成される斜め電界によって、これらの開口部および中実部に、放射状傾斜配向をとる複数の液晶ドメインを形成する手法を提案している（特開2003-043525号  
20           公報）。この手法を用いると、放射状傾斜配向を有する液晶ドメインが安定に、高い連続性を有するように形成されるので、視野角特性および表示品位を向上させることができる。

          しかしながら、液晶表示装置の普及に伴い、液晶表示装置に要求

される表示特性は高まってきており、表示特性のいっそうの向上が望まれている。

## 発明の開示

5       本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、その目的は、  
広視野角特性を有し、表示特性に優れた液晶表示装置を提供することにある。

10       本発明による液晶表示装置は、第1基板と、第2基板と、前記第1  
基板と前記第2基板との間に設けられた液晶層とを有し、前記第1  
11       基板の前記液晶層側に設けられた第1電極と、前記第2基板に設  
けられ前記第1電極に前記液晶層を介して対向する第2電極とによ  
12       って、それぞれが規定される複数の絵素領域を有し、前記複数の絵  
素領域のそれぞれにおいて、前記第1電極は、複数の開口部と、中  
13       実部とを有し、前記液晶層は、前記第1電極と前記第2電極との間  
に電圧が印加されていないときに垂直配向状態をとり、且つ、前記  
14       第1電極と前記第2電極との間に電圧が印加されたときに、前記第1  
電極の前記複数の開口部のエッジ部に生成される斜め電界によっ  
15       て、前記複数の開口部および前記中実部に、それぞれが放射状傾斜  
配向状態をとる複数の液晶ドメインを形成する液晶表示装置であっ  
16       て、前記第1電極の前記中実部は、複数の単位中実部と、それぞれ  
17       が前記複数の単位中実部のうちの少なくとも3つの単位中実部を相  
互に接続する複数の接続部とを有し、前記第2基板は、前記複数の  
18       接続部のそれぞれに対応する領域に、前記複数の接続部のそれぞれ

上に位置する前記液晶層の液晶分子を少なくとも前記第 1 電極と前記第 2 電極との間に電圧が印加された状態において放射状傾斜配向させる配向規制力を発現する第 1 配向規制構造を有し、そのことによって上記目的が達成される。

- 5      ある好適な実施形態において、前記液晶層は、前記第 1 配向規制構造が発現する配向規制力によって、前記複数の接続部のそれぞれにも放射状傾斜配向状態をとる液晶ドメインを形成する。

ある好適な実施形態において、前記複数の接続部のそれぞれは、前記複数の単位中実部のうちの 4 つの単位中実部を相互に接続する。

- 10      ある好適な実施形態において、前記複数の単位中実部のそれぞれは、複数の角部を有し、前記複数の接続部のそれぞれは、隣接する単位中実部を前記角部を介して相互に接続する。

前記複数の角部のそれぞれは、鋭角化された角部であることが好ましい。

- 15      ある好適な実施形態において、前記複数の角部は、4 つの角部である。

ある好適な実施形態において、前記第 1 配向規制構造は、前記第 1 電極と前記第 2 電極との間に電圧が印加されていない状態においても配向規制力を発現する。

- 20      ある好適な実施形態において、前記第 1 配向規制構造は、前記第 2 基板の前記液晶層側に突き出た凸部を含む。

ある好適な実施形態において、前記第 1 配向規制構造は、前記第 2 基板の前記液晶層側に設けられた水平配向性の表面を含む。

ある好適な実施形態において、前記第 1 配向規制構造は、前記第 2 基板の前記液晶層側に設けられた表面であって、前記液晶層の液晶分子を垂直配向状態よりも小さな角度で傾斜させる表面を含む。

5 ある好適な実施形態において、前記第 1 配向規制構造は、前記第 1 電極と前記第 2 電極との間に電圧が印加された状態においてのみ配向規制力を発現する。

ある好適な実施形態において、前記第 1 配向規制構造は、前記第 2 電極に設けられた開口部を含む。

10 ある好適な実施形態において、前記第 2 基板は、前記複数の単位中実部のそれぞれに対応する領域に、前記複数の単位中実部のそれぞれに対応して形成される前記液晶ドメイン内の液晶分子を少なくとも前記第 1 電極と前記第 2 電極との間に電圧が印加された状態において放射状傾斜配向させる配向規制力を発現する第 2 配向規制構造を有する。

15 前記第 2 配向規制構造は、前記複数の単位中実部のそれぞれの中央付近に対応する領域に設けられていることが好ましい。

前記複数の単位中実部のそれぞれに対応して形成される前記液晶ドメイン内において、前記第 2 配向規制構造による配向規制方向は、前記斜め電界による放射状傾斜配向の方向と整合することが好ましい。  
20

ある好適な実施形態において、前記第 2 配向規制構造は、前記第 1 電極と前記第 2 電極との間に電圧が印加されていない状態においても配向規制力を発現する。

ある好適な実施形態において、前記第 2 配向規制構造は、前記第 2 基板の前記液晶層側に突き出た凸部を含む。

ある好適な実施形態において、前記第 2 配向規制構造は、前記第 2 基板の前記液晶層側に設けられた水平配向性の表面を含む。

5 ある好適な実施形態において、前記第 2 配向規制構造は、前記第 2 基板の前記液晶層側に設けられた表面であって、前記液晶層の液晶分子を垂直配向状態よりも小さな角度で傾斜させる表面を含む。

ある好適な実施形態において、前記第 2 配向規制構造は、前記第 1 電極と前記第 2 電極との間に電圧が印加された状態においてのみ  
10 配向規制力を発現する。

ある好適な実施形態において、前記第 2 配向規制構造は、前記第 2 電極に設けられた開口部を含む。

前記複数の単位中実部のそれぞれの形状は、回転対称性を有することが好ましい。

15 ある好適な実施形態において、前記複数の単位中実部のそれぞれの形状は、4 回転対称性を有する略星形である。

前記複数の単位中実部は、実質的に、等しい形状で等しい大きさを有し、回転対称性を有するように配置された少なくとも 1 つの単位格子を形成することが好ましい。

20 前記複数の開口部の少なくとも一部の開口部は、実質的に、等しい形状で等しい大きさを有し、回転対称性を有するように配置された少なくとも 1 つの単位格子を形成することが好ましい。

前記複数の開口部の前記少なくとも一部の開口部のそれぞれの形

状は、回転対称性を有することが好ましい。

前記第 1 基板は、前記第 1 電極の前記液晶層とは反対側に設けられた誘電体層と、前記誘電体層を介して前記第 1 電極の前記少なくとも 1 つの開口部の少なくとも一部に対向する第 3 電極とを更に有する構成としてもよい。

ある好適な実施形態において、前記第 1 基板は、前記複数の絵素領域のそれぞれに対応して設けられたスイッチング素子をさらに有し、前記第 1 電極は、前記複数の絵素領域毎に設けられ、前記スイッチング素子によってスイッチングされる絵素電極であり、前記第 2 電極は、前記複数の絵素電極に対向する少なくとも 1 つの対向電極である。

あるいは、本発明による液晶表示装置は、第 1 基板と、第 2 基板と、前記第 1 基板と前記第 2 基板との間に設けられた液晶層とを有し、前記第 1 基板の前記液晶層側に設けられた第 1 電極と、前記第 2 基板に設けられ前記第 1 電極に前記液晶層を介して対向する第 2 電極とによって、それぞれが規定される複数の絵素領域を有し、前記複数の絵素領域のそれぞれにおいて、前記液晶層は、前記第 1 電極と前記第 2 電極との間に電圧が印加されていないときに垂直配向状態をとる液晶表示装置であって、前記複数の絵素領域のそれぞれにおいて、前記第 1 電極は、複数の開口部と、それぞれが鋭角化された 4 つの角部を有する略星形の複数の導電部と、それぞれが前記複数の導電部のうちの 4 つの導電部を前記角部を介して相互に接続する複数の接続部とを有し、前記第 2 基板は、前記複数の接続部の

それぞれに対応する領域に、前記液晶層側に突き出た凸部を有し、  
そのことによって上記目的が達成される。

ある好適な実施形態において、前記第 2 基板は、前記複数の導電  
部のそれぞれに対応する領域に、前記液晶層側に突き出たさらなる  
5 凸部を有する。

あるいは、本発明による液晶表示装置は、第 1 基板と、第 2 基板  
と、前記第 1 基板と前記第 2 基板との間に設けられた液晶層とを有  
し、前記第 1 基板の前記液晶層側に設けられた第 1 電極と、前記第  
2 基板に設けられ前記第 1 電極に前記液晶層を介して対向する第 2  
10 電極とによって、それぞれが規定される複数の絵素領域を有し、前  
記複数の絵素領域のそれぞれにおいて、前記液晶層は、前記第 1 電  
極と前記第 2 電極との間に電圧が印加されていないときに垂直配向  
状態をとる液晶表示装置であって、前記複数の絵素領域のそれぞれ  
において、前記第 1 電極は、複数の開口部と、それぞれが鋭角化さ  
15 れた 4 つの角部を有する略星形の複数の導電部と、それぞれが前記  
複数の導電部のうちの 4 つの導電部を前記角部を介して相互に接続  
する複数の接続部とを有し、前記第 2 電極は、前記複数の接続部の  
それぞれに対応する領域に設けられた開口部を含み、そのことによ  
って上記目的が達成される。

20 ある好適な実施形態において、前記第 2 電極は、前記複数の導電  
部のそれぞれに対応する領域に設けられたさらなる開口部を有する。

以下、本発明の作用を説明する。

本発明による液晶表示装置においては、絵素領域の液晶層に電圧



を印加する一対の電極の内的一方が複数の開口部（電極の内で導電膜が存在しない部分）と中実部（電極の内で開口部以外の部分、導電膜が存在する部分）とを有している。電極の中実部は、複数の単位中実部（導電部）を有し、複数の単位中実部は接続部によって相互に接続されている。液晶層は電圧無印加状態において垂直配向状態をとり、且つ、電圧印加状態においては、電極の開口部のエッジ部に生成される斜め電界によって、放射状傾斜配向状態をとる複数の液晶ドメインを形成する。典型的には、液晶層は、負の誘電異方性を有する液晶材料からなり、その両側に設けられた垂直配向層（例えば垂直配向膜）によって配向規制されている。

この斜め電界によって形成される液晶ドメインは、電極の開口部および中実部に対応する領域に形成され、これらの液晶ドメインの配向状態が電圧に応じて変化することによって表示を行う。典型的には、複数の開口部のそれぞれと、複数の単位中実部のそれぞれとに液晶ドメインが形成される。それぞれの液晶ドメインは放射状傾斜配向をとるので、高回転対称性の配向をとることができ、そのため、表示品位の視角依存性を小さくし、広視角特性を実現できる。

さらに、開口部に形成される液晶ドメインおよび中実部に形成される液晶ドメインは、開口部のエッジ部に生成される斜め電界によって形成されるので、これらは互いに隣接して交互に形成され、且つ、隣接する液晶ドメイン間の液晶分子の配向は本質的に連続である。従って、開口部に形成される液晶ドメインと中実部に形成される液晶ドメインとの間にはディスクリネーションラインは生成され

ず、それによる表示品位の低下もなく、液晶分子の配向の安定性も高い。

5 本発明の液晶表示装置においては、電極の中実部に対応する領域だけでなく、開口部に対応する領域にも、液晶分子が放射状傾斜配向をとるので、上述した従来の液晶表示装置に比べ、液晶分子の配向の連続性が高く、安定した配向状態が実現され、ざらつきのない均一な表示が得られる。特に、良好な応答特性（速い応答速度）を実現するために、液晶分子の配向を制御するための斜め電界を多くの液晶分子に作用させる必要があり、そのためには、開口部（エッジ部）を多く形成する必要がある。本発明の液晶表示装置において  
10 は開口部に対応して、安定な放射状傾斜配向を有する液晶ドメインが形成されるので、応答特性を改善するために開口部を多く形成しても、それに伴う表示品位の低下（ざらつきの発生）を抑制することができる。

15 さらに、本発明による液晶表示装置では、斜め電界を生成する電極を備えた第1基板に液晶層を介して対向する第2基板が、3つ以上の単位中実部を相互に接続する接続部に対応する領域に、接続部上に位置する液晶層の液晶分子を少なくとも電圧印加状態において放射状傾斜配向させる第1配向規制構造を有しているので、接続部  
20 上に位置する液晶層の配向状態が安定化される。そのため、接続部上に位置する液晶層の配向のみだれに起因した表示品位の低下が抑制され、高品位の表示が実現される。

接続部上に位置する液晶層には、接続部と単位中実部とが連続す

る方向（方位）において、開口部のエッジ部に生成される斜め電界による配向規制力がほとんど作用しない。また、3つ以上の単位中実部を接続する接続部上の液晶層についてはそのような方向（方位）が多く存在する。そのため、上記のような第1配向規制構造を備えていない場合、接続部上に位置する液晶層は配向状態が不安定になりやすく、そのことによって表示品位が低下してしまう。

配向の安定性を向上し、表示品位を向上する観点からは、第1配向規制構造が発現する配向規制力によって、接続部に対応した領域にも放射状傾斜配向状態をとる液晶ドメインが形成されることが好ましい。

1つの接続部によって接続される単位中実部の数が多くなるほど、接続部と単位中実部とが連続している方向（方位）が多く存在するので、本発明は、接続部が4つあるいはそれ以上の単位中実部を接続する場合に、特に好適に用いられる。

電極の単位中実部が複数の角部を有している場合、接続部が、単位中実部を角部を介して相互に接続する構成としてもよい。1つの単位中実部が有する角部の個数は、典型的には4つである。

単位中実部の角部が鋭角化されていると、斜め電界を生成するための電極の辺がより多く形成されるので、より多くの液晶分子に斜め電界を作用させることができる。そのため、電界に応答して最初に傾斜し始める液晶分子の数がより多くなり、絵素領域全域にわたって放射状傾斜配向が形成されるのに要する時間が短くなるので、応答速度が向上する。また、角部が鋭角化されていると、電極の辺

から単位中実部の中央部までの距離が短くなるので、エッジ部で傾斜した液晶分子の影響を受けて単位中実部内の液晶分子が倒れ込むのに要する時間が短くなる。そのため、この点からも優れた応答特性が得られる。

5       第1配向規制構造は、少なくとも電圧印加状態において配向規制力を発揮すれば配向を安定化する効果が得られるが、電圧無印加状態においても配向規制力を発揮する構成を採用すると、印加電圧の大きさに関わらず配向を安定化できる利点を得られる。第1配向規制構造の配向規制力は比較的弱くても効果を奏するので、絵素の大きさに比べて小さな構造でも十分に配向を安定化することが可能である。従って、第1配向規制構造は、単位中実部を有する電極による配向規制力よりも弱い配向規制力を発現するだけでよいので、  
10       種々の構造を用いて実現することができる。

15       第1配向規制構造は、例えば、第2基板の液晶層側に突き出た凸部である。凸部は、電圧無印加状態においても配向規制力を発現することができる。また、このような凸部は、簡単なプロセスで製造することができるので、生産効率の観点からも好ましい。また、第1配向規制構造が、第2基板の液晶層側に設けられた水平配向性の表面を含む構成としてもよい。さらに、第1配向規制構造が、第2  
20       基板の液晶層側に設けられた表面であって、液晶層の液晶分子を垂直配向状態よりも小さな角度で傾斜させる表面（傾斜配向性の表面）を含む構成としてもよい。あるいは、第1配向規制構造は、電極に設けた開口部であってもよい。これらは公知の方法で製造する

ことができる。

また、第2基板が、複数の単位中実部のそれぞれに対応する領域に、単位中実部に形成される液晶ドメイン内の液晶分子を少なくとも電圧印加状態において放射状傾斜配向させる配向規制力を発現する第2配向規制構造を有していると、少なくとも電圧印加状態においては、単位中実部を有する電極とこの第2配向規制構造とによる配向規制力が液晶ドメイン内の液晶分子に作用するので、液晶ドメインの放射状傾斜配向がより安定化され、液晶層への応力印加による表示品位の低下（例えば残像現象の発生）が抑制される。

第2配向規制構造を、単位中実部の中央付近に対応する領域に設けることによって、放射状傾斜配向の中心軸の位置を固定することができるので、放射状傾斜配向の応力に対する耐性が効果的に向上する。

単位中実部に対応して形成される液晶ドメイン内において、第2配向規制構造による配向規制方向を、斜め電界による放射状傾斜配向の方向と整合するように設定すると、配向の連続性および安定性が増し、表示品位および応答特性が向上する。

第2配向規制構造は、少なくとも電圧印加状態において配向規制力を発揮すれば配向を安定化する効果が得られるが、電圧無印加状態においても配向規制力を発揮する構成を採用すると、印加電圧の大きさに関わらず配向を安定化できる利点を得られる。第2配向規制構造の配向規制力は比較的弱くても効果を奏するので、絵素の大きさに比べて小さな構造でも十分に配向を安定化することが可能で

ある。従って、第2配向規制構造は、単位中実部を有する電極による配向規制力よりも弱い配向規制力を発現するだけでよいので、種々の構造を用いて実現することができる。

5 第2配向規制構造は、例えば、第2基板の液晶層側に突き出た凸部である。凸部は、電圧無印加状態においても配向規制力を発現することができる。また、このような凸部は、簡単なプロセスで製造することができるので、生産効率の観点からも好ましい。また、第2配向規制構造が、第2基板の液晶層側に設けられた水平配向性の表面を含む構成としてもよい。さらに、第2配向規制構造が、第2  
10 基板の液晶層側に設けられた表面であって、液晶層の液晶分子を垂直配向状態よりも小さな角度で傾斜させる表面（傾斜配向性の表面）を含む構成としてもよい。あるいは、配向規制構造は、電極に設けた開口部であってもよい。これらは公知の方法で製造することができる。

15 単位中実部の形状（基板法線方向から見たときの形状）が回転対称性を有することによって、単位中実部に対応した領域に形成される液晶ドメインの放射状傾斜配向の安定性を高めることができる。液晶ドメインの視角依存性を低減するためには、単位中実部の形状が高い回転対称性（2回回転対称性以上が好ましく、4回回転対称  
20 性以上がさらに好ましい。）を有することが好ましい。

単位中実部の形状は、例えば、略星形であり、矩形をその辺が内側に屈曲または湾曲するように変形させた形状である。略星形の単位中実部は、2回回転対称性を有する（4回回転対称軸を有する）

ことが好ましく、4回回転対称性を有する（4回回転対称軸を有する）ことがさらに好ましい。

複数の単位中実部が、実質的に、等しい形状で等しい大きさを有し、回転対称性を有するように配置された少なくとも1つの単位格子を形成する構成とすることによって、単位格子を単位として、複数の液晶ドメインを高い対称性で配置することができるので、表示品位の視角依存性を向上することができる。さらに、絵素領域の全体を単位格子に分割することによって、絵素領域の全体に亘って、液晶層の配向を安定化することができる。例えば、それぞれの単位中実部の中心が正方格子を形成するように、複数の単位中実部を配列する。なお、1つの絵素領域が、例えば補助容量配線のように不透明な構成要素によって分割される場合には、表示に寄与する領域毎に単位格子を配置すればよい。

複数の開口部の少なくとも一部の開口部が、実質的に、等しい形状で等しい大きさを有し、回転対称性を有するように配置された少なくとも1つの単位格子を形成する構成とすることによって、単位格子を単位として、複数の液晶ドメインを高い対称性で配置することができるので、表示品位の視角依存性を向上することができる。さらに、絵素領域の全体を単位格子に分割することによって、絵素領域の全体に亘って、液晶層の配向を安定化することができる。例えば、それぞれの開口部の中心が、正方格子を形成するように、開口部を配列する。なお、1つの絵素領域が、例えば補助容量配線のように不透明な構成要素によって分割される場合には、表示に寄与

する領域毎に単位格子を配置すればよい。

複数の開口部の少なくとも一部の開口部（典型的には単位格子を形成する開口部）のそれぞれの形状（基板法線方向から見たときの形状）が回転対称性を有することによって、開口部に形成される液晶ドメインの放射状傾斜配向の安定性を高めることができる。液晶ドメインの視角依存性を低減するためには、開口部の形状が高い回転対称性（2回回転対称性以上が好ましく、4回回転対称性以上がさらに好ましい。）を有することが好ましい。

開口部の形状は、例えば、略ひし形である。あるいは、2つの円弧（典型的には劣弧）状の辺を組み合わせた略円弧二角形（いわゆるアーモンド形）であってもよい。

上述した一对の電極のうち一方に開口部を設けた電極構造では、開口部に対応する領域の液晶層に十分な電圧が印加されず、十分なリタデーション変化が得られないために、光の利用効率が低下するという問題が発生することがある。そこで、開口部を設けた電極の液晶層とは反対側に誘電体層を設け、この誘電体層を介して電極の開口部の少なくとも一部に対向するさらなる電極を設ける（2層構造電極）ことによって、開口部に対応する液晶層に十分な電圧を印加することができ、光の利用効率や応答特性を向上することができる。

本発明による液晶表示装置は、例えば、絵素領域毎にTFTなどのスイッチング素子を備えるアクティブマトリクス型液晶表示装置であって、上述した開口部を有する電極は、スイッチング素子に接



続された絵素電極であり、他方の電極は、複数の絵素電極に対向する少なくとも1つの対向電極である。

### 図面の簡単な説明

5        図1 (a) および図1 (b) は、本発明による液晶表示装置100の一つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、図1 (a) は上面図、図1 (b) は図1 (a) 中の1B-1B' 線に沿った断面図である。

10        図2 (a) および図2 (b) は、液晶表示装置100の液晶層30に電圧を印加した状態を示す図であり、図2 (a) は、配向が変化した始めた状態 (ON初期状態) を模式的に示し、図2 (b) は、定常状態を模式的に示している。

図3 (a) ~図3 (d) は、電気力線と液晶分子の配向の関係を模式的に示す図である。

15        図4 (a) ~図4 (c) は、液晶表示装置100における、基板法線方向から見た液晶分子の配向状態を模式的に示す図である。

図5 (a) ~図5 (c) は、液晶分子の放射状傾斜配向の例を模式的に示す図である。

20        図6 (a)、図6 (b) および図6 (c) は、接続部に対応した領域に配向規制構造を有していない液晶表示装置1000の一つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、図6 (a) は上面図、図6 (b) は図6 (a) 中の6B-6B' 線に沿った断面図、図6 (c) は図6 (a) 中の6C-6C' 線に沿った断面図である。

図 7 (a) ~ 図 7 (d) は、配向規制構造 28 を有する対向基板 100b を模式的に示す断面図である。

図 8 (a) および図 8 (b) は、本発明による液晶表示装置 100 の断面構成を模式的に示す図であり、図 8 (a) は図 1 (a) 中の 8A-8A' 線に沿った断面図、図 8 (b) は図 1 (a) 中の 8B-8B' 線に沿った断面図である。

図 9 (a) および図 9 (b) は、本発明による液晶表示装置 100 の他の態様を模式的に示す断面図であり、図 9 (a) は図 8 (a)、図 9 (b) は図 8 (b) に相当する。

図 10 (a) および図 10 (b) は、本発明による液晶表示装置 100 の他の態様を模式的に示す断面図であり、図 10 (a) は図 8 (a)、図 10 (b) は図 8 (b) に相当する。

図 11 (a) および図 11 (b) は、本発明による液晶表示装置 100 の他の態様を模式的に示す断面図であり、図 11 (a) は図 8 (a)、図 11 (b) は図 8 (b) に相当する。

図 12 は、絵素電極の接続部の他の態様を模式的に示す上面図である。

図 13 (a) および図 13 (b) は、本発明による他の液晶表示装置 200 の一つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、図 13 (a) は上面図、図 13 (b) は図 13 (a) 中の 13B-13B' 線に沿った断面図である。

図 14 (a)、図 14 (b) および図 14 (c) は、液晶表示装置 200 の一絵素領域の断面構造を模式的に示す図であり、図 14

(a) は電圧無印加状態を示し、図 1 4 (b) は配向が変化し始めた状態 (ON 初期状態) を示し、図 1 4 (c) は定常状態を示している。

5 図 1 5 (a) および図 1 5 (b) は、液晶表示装置 2 0 0 において液晶層に電圧を印加したときに液晶ドメインが形成される様子を示し、図 1 5 (a) は、液晶分子の配向状態を計算した結果 (シミュレーションの結果) を示す図、図 1 5 (b) は、実際に作成した液晶パネルの写真である。また、図 1 5 (c) は、図 1 5 (a) に示した領域の構造を模式的に示す上面図である。

10 図 1 6 (a) および図 1 6 (b) は、接続部上の配向規制構造を省略した場合の液晶ドメインが形成される様子を示し、図 1 6 (a) は、液晶分子の配向状態を計算した結果 (シミュレーションの結果) を示す図、図 1 6 (b) は、実際に作成した液晶パネルの写真である。また、図 1 6 (c) は、図 1 6 (a) に示した領域の  
15 構造を模式的に示す上面図である。

図 1 7 は、本発明による液晶表示装置に用いられる他の絵素電極を模式的に示す上面図である。

図 1 8 は、本発明による液晶表示装置に用いられる他の絵素電極を模式的に示す上面図である。

20 図 1 9 (a) および図 1 9 (b) は、単位中実部の角部を鋭角化することによる作用を説明するための図である。

図 2 0 (a) は、角部が鋭角化された単位中実部を示す上面図であり、図 2 0 (b) および図 2 0 (c) は、図 2 0 (a) に示す単

位中実部を含む絵素電極を備えた液晶表示装置において6 Vの電圧を液晶層に印加したときの写真である。図20 (b) は電圧印加直後に相当し、図20 (c) は液晶分子の配向が定常状態に達した状態 (安定状態) に相当する。

5 図21 (a) は、角部が鋭角化されていない単位中実部を示す上面図であり、図21 (b) および図21 (c) は、図21 (a) に示す単位中実部を含む絵素電極を備えた液晶表示装置において6 Vの電圧を液晶層に印加したときの写真である。図21 (b) は電圧印加直後に相当し、図21 (c) は液晶分子の配向が定常状態に達した状態 (安定状態) に相当する。

10 図22は、図20 (a) に示す単位中実部を備えた液晶表示装置と、図21 (a) に示す単位中実部を備えた液晶表示装置とにおいて、液晶層への印加電圧を1.2 Vから2.85 Vに変化させたときの応答波形を示すグラフである。

15 図23 (a)、図23 (b) および図23 (c) は、2層構造電極を備える液晶表示装置300の一絵素領域の断面構造を模式的に示す図であり、図23 (a) は電圧無印加状態を示し、図23 (b) は配向が変化し始めた状態 (ON初期状態) を示し、図23 (c) は定常状態を示している。

20 図24 (a)、図24 (b) および図24 (c) は、2層構造電極を備える他の液晶表示装置400の一絵素領域の断面構造を模式的に示す図であり、図24 (a) は電圧無印加状態を示し、図24 (b) は配向が変化し始めた状態 (ON初期状態) を示し、図24

(c) は定常状態を示している。

図 25 は、2 層構造電極を備える他の液晶表示装置 500 の一絵素領域の断面構造を模式的に示す図である。

## 5 発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態を説明する。

まず、本発明の液晶表示装置が有する電極構造とその作用とを説明する。本発明による液晶表示装置は、優れた表示特性を有するので、アクティブマトリクス型液晶表示装置に好適に利用される。以下では、薄膜トランジスタ (TFT) を用いたアクティブマトリクス型液晶表示装置について、本発明の実施形態を説明する。本発明はこれに限られず、MIMを用いたアクティブマトリクス型液晶表示装置や単純マトリクス型液晶表示装置に適用することができる。

また、以下では、透過型液晶表示装置を例に本発明の実施形態を説明するが、本発明はこれに限られず、反射型液晶表示装置や、さらに、後述する透過反射両用型液晶表示装置に適用することができる。

なお、本願明細書においては、表示の最小単位である「絵素」に対応する液晶表示装置の領域を「絵素領域」と呼ぶ。カラー液晶表示装置においては、R, G, B の「絵素」が 1 つの「画素」に対応する。アクティブマトリクス型液晶表示装置においては、絵素電極と絵素電極に対向する対向電極とが絵素領域を規定する。また、単純マトリクス型液晶表示装置においては、ストライプ状に設けられる列電極と列電極に直交するように設けられる行電極とが互いに交

差するそれぞれの領域が絵素領域を規定する。なお、ブラックマトリクスが設けられる構成においては、厳密には、表示すべき状態に応じて電圧が印加される領域のうち、ブラックマトリクスの開口部に対応する領域が絵素領域に対応することになる。

5        図 1 (a) および (b) を参照しながら、本実施形態における液晶表示装置 100 の 1 つの絵素領域の構造を説明する。以下では、説明の簡単さのためにカラーフィルタやブラックマトリクスを省略する。また、以下の図面においては、液晶表示装置 100 の構成要素と実質的に同じ機能を有する構成要素を同じ参照符号で示し、その説明を省略する。図 1 (a) は基板法線方向から見た上面図であり、図 1 (b) は図 1 (a) 中の 1 B - 1 B' 線に沿った断面図に相当する。図 1 (b) は、液晶層に電圧を印加していない状態を示している。

15        液晶表示装置 100 は、アクティブマトリクス基板（以下「TFT 基板」と呼ぶ。）100a と、対向基板（「カラーフィルタ基板」とも呼ぶ）100b と、TFT 基板 100a と対向基板 100b との間に設けられた液晶層 30 とを有している。液晶層 30 の液晶分子 30a は、負の誘電率異方性を有し、TFT 基板 100a および対向基板 100b の液晶層 30 側の表面に設けられた垂直配向層としての垂直配向膜（不図示）によって、液晶層 30 に電圧が印加されていないとき、図 1 (b) に示したように、垂直配向膜の表面に対して垂直に配向する。このとき、液晶層 30 は垂直配向状態にあるという。但し、垂直配向状態にある液晶層 30 の液晶分子 3

0 a は、垂直配向膜の種類や液晶材料の種類によって、垂直配向膜の表面（基板の表面）の法線から若干傾斜することがある。一般に、垂直配向膜の表面に対して、液晶分子軸（「軸方位」とも言う。）が約  $85^\circ$  以上の角度で配向した状態が垂直配向状態と呼ばれる。

5        液晶表示装置 100 の TFT 基板 100 a は、透明基板（例えばガラス基板）11 とその表面に形成された絵素電極 14 とを有している。対向基板 100 b は、透明基板（例えばガラス基板）21 とその表面に形成された対向電極 22 とを有している。液晶層 30 を介して互いに対向するように配置された絵素電極 14 と対向電極 2  
10        2 とに印加される電圧に応じて、絵素領域ごとの液晶層 30 の配向状態が変化する。液晶層 30 の配向状態の変化に伴い、液晶層 30 を透過する光の偏光状態や量が変化する現象を利用して表示が行われる。

15        液晶表示装置 100 が有する絵素電極 14 は、複数の開口部 14 a と中実部 14 b とを有している。開口部 14 a は、導電膜（例えば ITO 膜）から形成される絵素電極 14 の内の導電膜が除去された部分を指し、中実部 14 b は導電膜が存在する部分（開口部 14 a 以外の部分）を指す。開口部 14 a は 1 つの絵素電極ごとに複数形成されているが、中実部 14 b は、基本的には連続した単一の導  
20        電膜から形成されている。なお、図 1（a）中に実線で示した正方形は、単一の導電層から形成された従来の絵素電極に対応する領域（外形）を示している。

複数の開口部 14 a は、その中心が正方格子を形成するように配

置されており、1つの単位格子を形成する4つの格子点上に中心が位置する4つの開口部14aによって実質的に囲まれる中実部（「単位中実部」と称する。）14b'は、4つの頂点を有し、その中心に4回回転軸を有する（すなわち4回回転対称性を有する）略星形の形状を有している。また、各開口部14aは、略ひし形であり、実質的に同じ形状で同じ大きさを有している。なお、絵素領域の全体に亘って配向を安定させるために、絵素電極14の端部まで単位格子を形成することが好ましい。従って、図示したように、絵素電極の端部は、開口部14aの一部（例えば約2分の1）に相当する形状にパターンニングされていることが好ましい。

上述した構成を有する絵素電極14と対向電極22との間に電圧を印加すると、開口部14aのエッジ部（単位中実部14b'の周辺）に生成される斜め電界によって、それぞれが放射状傾斜配向を有する複数の液晶ドメインが形成される。液晶ドメインは、それぞれの開口部14aに対応する領域と、単位格子内の単位中実部14b'に対応する領域とに、それぞれ1つずつ形成される。

また、絵素電極14は、開口部14aによって実質的に囲まれた単位中実部14b'以外にもそれと実質的に同じ大きさで同じ形状の部分が中実部14bに存在するようにその外形が規定されており、これらの部分のそれぞれに対応する領域にも、液晶ドメインが形成される。本願明細書では、これらの部分も単位中実部と称する。つまり、中実部14bの中で1つの液晶ドメインを形成する電界を発生する部分を「単位中実部」と称する。これらの単位中実部14



b' は略星形であり、実質的に同じ形状で同じ大きさを有している。つまり、絵素電極 14 は、それぞれが略星形の複数の導電部を有している。互いに隣接する単位中実部 14 b' は、接続部 14 d によって相互に接続されており、実質的に単一の導電膜として機能する中実部 14 b を構成している。本実施形態では、単位中実部 14 c は、鋭角化された 4 つの角部 14 c を有しており、接続部 14 d は、角部 14 c 同士を接続する。すなわち、接続部 14 d は、角部 14 c を介して単位中実部を接続している。

上述した斜め電界によって液晶ドメインが形成されるメカニズムを図 2 (a) および (b) を参照しながら説明する。図 2 (a) および (b) は、それぞれ図 1 (b) に示した液晶層 30 に電圧を印加した状態を示しており、図 2 (a) は、液晶層 30 に印加された電圧に応じて、液晶分子 30 a の配向が変化し始めた状態 (ON 初期状態) を模式的に示しており、図 2 (b) は、印加された電圧に応じて変化した液晶分子 30 a の配向が定常状態に達した状態を模式的に示している。図 2 (a) および (b) 中の曲線 E Q は等電位線 E Q を示す。

絵素電極 14 と対向電極 22 とが同電位するとき (液晶層 30 に電圧が印加されていない状態) には、図 1 (a) に示したように、絵素領域内の液晶分子 30 a は、両基板 11 および 21 の表面に対して垂直に配向している。

液晶層 30 に電圧を印加すると、図 2 (a) に示した等電位線 E Q (電気力線と直交する) で表される電位勾配が形成される。この

等電位線 E Q は、絵素電極 1 4 の中実部 1 4 b と対向電極 2 2 との間に位置する液晶層 3 0 内では、中実部 1 4 b および対向電極 2 2 の表面に対して平行であり、絵素電極 1 4 の開口部 1 4 a に対応する領域で落ち込み、開口部 1 4 a のエッジ部（開口部 1 4 a の境界  
5 （外延）を含む開口部 1 4 a の内側周辺）E G 上の液晶層 3 0 内には、傾斜した等電位線 E Q で表される斜め電界が形成される。

負の誘電異方性を有する液晶分子 3 0 a には、液晶分子 3 0 a の軸方位を等電位線 E Q に対して平行（電気力線に対して垂直）に配向させようとするトルクが作用する。従って、エッジ部 E G 上の液晶分子 3 0 a は、図 2（a）中に矢印で示したように、図中の右側エッジ部 E G では時計回り方向に、図中の左側エッジ部 E G では反時計回り方向に、それぞれ傾斜（回転）し、等電位線 E Q に平行に配向する。

ここで、図 3 を参照しながら、液晶分子 3 0 a の配向の変化を詳細に説明する。  
15

液晶層 3 0 に電界が生成されると、負の誘電率異方性を有する液晶分子 3 0 a には、その軸方位を等電位線 E Q に対して平行に配向させようとするトルクが作用する。図 3（a）に示したように、液晶分子 3 0 a の軸方位に対して垂直な等電位線 E Q で表される電界  
20 が発生すると、液晶分子 3 0 a には時計回りまたは反時計回り方向に傾斜させるトルクが等しい確率で作用する。従って、互いに対向する平行平板型配置の電極間にある液晶層 3 0 内には、時計回り方向のトルクを受ける液晶分子 3 0 a と、反時計回りに方向のトルク

を受ける液晶分子 30 a とが混在する。その結果、液晶層 30 に印加された電圧に応じた配向状態への変化がスムーズに起こらないことがある。

図 2 (a) に示したように、本発明による液晶表示装置 100 の開口部 14 a のエッジ部 E G において、液晶分子 30 a の軸方位に対して傾斜した等電位線 E Q で表される電界（斜め電界）が発生すると、図 3 (b) に示したように、液晶分子 30 a は、等電位線 E Q と平行になるための傾斜量が少ない方向（図示の例では反時計回りに）傾斜する。また、液晶分子 30 a の軸方位に対して垂直方向の等電位線 E Q で表される電界が発生する領域に位置する液晶分子 30 a は、図 3 (c) に示したように、傾斜した等電位線 E Q 上に位置する液晶分子 30 a と配向が連続となるように（整合するように）、傾斜した等電位線 E Q 上に位置する液晶分子 30 a と同じ方向に傾斜する。図 3 (d) に示したように、等電位線 E Q が連続した凹凸形状を形成する電界が印加されると、それぞれの傾斜した等電位線 E Q 上に位置する液晶分子 30 a によって規制される配向方向と整合するように、平坦な等電位線 E Q 上に位置する液晶分子 30 a が配向する。なお、「等電位線 E Q 上に位置する」とは、「等電位線 E Q で表される電界内に位置する」ことを意味する。

上述したように、傾斜した等電位線 E Q 上に位置する液晶分子 30 a から始まる配向の変化が進み、定常状態に達すると、図 2 (b) に模式的に示した配向状態となる。開口部 14 a の中央付近に位置する液晶分子 30 a は、開口部 14 a の互いに対向する両側

のエッジ部 E G の液晶分子 3 0 a の配向の影響をほぼ同等に受けるので、等電位線 E Q に対して垂直な配向状態を保ち、開口部 1 4 a の中央から離れた領域の液晶分子 3 0 a は、それぞれ近い方のエッジ部 E G の液晶分子 3 0 a の配向の影響を受けて傾斜し、開口部 1 4 a の中心 S A に関して対称な傾斜配向を形成する。この配向状態は、液晶表示装置 1 0 0 の表示面に垂直な方向（基板 1 1 および 2 1 の表面に垂直な方向）からみると、液晶分子 3 0 a の軸方位が開口部 1 4 a の中心に関して放射状に配向した状態にある（不図示）。そこで、本願明細書においては、このような配向状態を「放射状傾斜配向」と呼ぶことにする。また、1つの中心に関して放射状傾斜配向をとる液晶層の領域を液晶ドメインと称する。

開口部 1 4 a によって実質的に包囲された単位中実部 1 4 b' に対応する領域においても、液晶分子 3 0 a が放射状傾斜配向をとる液晶ドメインが形成される。単位中実部 1 4 b' に対応する領域の液晶分子 3 0 a は、開口部 1 4 a のエッジ部 E G の液晶分子 3 0 a の配向の影響を受け、単位中実部 1 4 b' の中心 S A （開口部 1 4 a が形成する単位格子の中心に対応）に関して対称な放射状傾斜配向をとる。

単位中実部 1 4 b' に形成される液晶ドメインにおける放射状傾斜配向と開口部 1 4 a に形成される放射状傾斜配向は連続しており、いずれも開口部 1 4 a のエッジ部 E G の液晶分子 3 0 a の配向と整合するように配向している。開口部 1 4 a に形成された液晶ドメイン内の液晶分子 3 0 a は、上側（基板 1 0 0 b 側）が開いたコーン

5 状に配向し、単位中実部 14b' に形成された液晶ドメイン内の液晶分子 30a は下側（基板 100a 側）が開いたコーン状に配向する。このように、開口部 14a に形成される液晶ドメインおよび単位中実部 14b' に形成される液晶ドメインに形成される放射状傾斜配向は、互いに連続であるので、これらの境界にディスクリネーションライン（配向欠陥）が形成されることがなく、それによって、ディスクリネーションラインの発生による表示品位の低下は起こらない。

10 液晶表示装置の表示品位の視角依存性を全方位において改善するためには、それぞれの絵素領域内において、全ての方位角方向のそれぞれに沿って配向する液晶分子の存在確率が回転対称性を有することが好ましい。すなわち、絵素領域の全体に亘って形成される液晶ドメインが回転対称性を有するように配置されていることが好ましい。但し、絵素領域の全体に亘って回転対称性を有する必要は必ずしも無く、回転対称性を有するように配列された液晶ドメイン  
15 （例えば、正方格子状に配列された複数の液晶ドメイン）の集合体として絵素領域の液晶層が形成されればよい。従って、絵素領域に形成される複数の開口部 14a の配置も絵素領域の全体に亘って回転対称性を有する必要は必ずしも無く、回転対称性を有するように  
20 配列された開口部（例えば正方格子状に配列された複数の開口部）の集合体として表すことができればよい。勿論、複数の開口部 14a に実質的に包囲される単位中実部 14b' の配置も同様である。また、それぞれの液晶ドメインの形状も回転対称性を有することが

好ましいので、それぞれの開口部 1 4 a および単位中実部 1 4 b' の形状も回転対称を有することが好ましい。

5       なお、開口部 1 4 a の中央付近の液晶層 3 0 には十分な電圧が印加されず、開口部 1 4 a の中央付近の液晶層 3 0 が表示に寄与しない場合がある。すなわち、開口部 1 4 a の中央付近の液晶層 3 0 の放射状傾斜配向が多少乱れても（例えば、中心軸が開口部 1 4 a の中心からずれても）、表示品位が低下しないことがある。従って、少なくとも単位中実部 1 4 b' に対応して形成される液晶ドメインが回転対称性を有するように配置されていればよい。

10       図 2 (a) および (b) を参照しながら説明したように、本発明による液晶表示装置 1 0 0 の絵素電極 1 4 は複数の開口部 1 4 a を有しており、絵素領域内の液晶層 3 0 内に、傾斜した領域を有する等電位線 E Q で表される電界を形成する。電圧無印加時に垂直配向状態にある液晶層 3 0 内の負の誘電異方性を有する液晶分子 3 0 a

15       は、傾斜した等電位線 E Q 上に位置する液晶分子 3 0 a の配向変化をトリガーとして配向方向を変化し、安定な放射状傾斜配向を有する液晶ドメインが開口部 1 4 a および中実部 1 4 b に形成される。液晶層に印加される電圧に応じて、この液晶ドメインの液晶分子の配向が変化することによって、表示が行われる。

20       本実施形態の液晶表示装置 1 0 0 が有する絵素電極 1 4 が有する開口部 1 4 a の形状（基板法線方向から見た形状）およびその配置について説明する。

液晶表示装置の表示特性は、液晶分子の配向状態（光学的異方

性)に起因して、方位角依存性を示す。表示特性の方位角依存性を低減するためには、液晶分子が全ての方位角に対してほぼ同等の確率で配向していることが好ましい。また、それぞれの絵素領域内の液晶分子が全ての方位角に対してほぼ同等の確率で配向していることがさらに好ましい。従って、開口部 14 a は、それぞれの絵素領域内の液晶分子 30 a がすべての方位角に対してほぼ同等の確率で配向するように、液晶ドメインを形成するような形状を有していることが好ましい。具体的には、開口部 14 a の形状は、それぞれの中心（法線方向）を対称軸とする回転対称性（好ましくは 2 回回転対称性以上の対称性）を有することが好ましく、また、複数の開口部 14 a が回転対称性を有するように配置されていることが好ましい。また、単位中実部 14 b' の形状も回転対称性を有することが好ましく、単位中実部 14 b' も回転対称性を有するように配置されることが好ましい。

但し、開口部 14 a や単位中実部 14 b が絵素領域全体に亘って回転対称性を有するように配置される必要は必ずしも無く、図 1 (a) に示したように、例えば正方格子（4 回回転軸を有する対称性）を最小単位とし、それらの組合せによって絵素領域が構成されれば、絵素領域全体に亘って液晶分子がすべての方位角に対して実質的に同等の確率で配向させることができる。

図 1 (a) に示した、回転対称性を有する略十字形の開口部 14 a および略星形の単位中実部 14 b が正方格子状に配列された場合の液晶分子 30 a の配向状態を図 4 (a) ~ 図 4 (c) を参照しな

がら説明する。

図4 (a) ~ (c) は、それぞれ、基板法線方向から見た液晶分子30aの配向状態を模式的に示している。図4 (b) および (c) など、基板法線方向から見た液晶分子30aの配向状態を示す図において、楕円状に描かれた液晶分子30aの先が黒く示されている端は、その端が他端よりも、開口部14aを有する絵素電極14が設けられている基板側に近いように、液晶分子30aが傾斜していることを示している。以下の図面においても同様である。ここでは、図1 (a) に示した絵素領域の内の1つの単位格子 (4つの開口部14aによって形成される) について説明する。図4 (a) ~ 図4 (c) 中の対角線に沿った断面は、図1 (b)、図2 (a) および (b) にそれぞれ対応し、これらの図を合わせて参照しながら説明する。

絵素電極14および対向電極22が同電位するとき、すなわち液晶層30に電圧が印加されていない状態においては、TF T基板100aおよび対向基板100bの液晶層30側表面に設けられた垂直配向層 (不図示) によって配向方向が規制されている液晶分子30aは、図4 (a) に示したように、垂直配向状態を取る。

液晶層30に電界を印加し、図2 (a) に示した等電位線EQで表される電界が発生すると、負の誘電率異方性を有する液晶分子30aには、軸方位が等電位線EQに平行になるようなトルクが発生する。図3 (a) および (b) を参照しながら説明したように、液晶分子30aの分子軸に対して垂直な等電位線EQで表される電場



下の液晶分子 30 a は、液晶分子 30 a が傾斜（回転）する方向が一義的に定まっていなため（図 3（a））、配向の変化（傾斜または回転）が容易に起こらないのに対し、液晶分子 30 a の分子軸に対して傾斜した等電位線 EQ 下に置かれた液晶分子 30 a は、傾斜（回転）方向が一義的に決まるので、配向の変化が容易に起こる。従って、図 4（b）に示したように、等電位線 EQ に対して液晶分子 30 a の分子軸が傾いている開口部 14 a のエッジ部から液晶分子 30 a が傾斜し始める。そして、図 3（c）を参照しながら説明したように、開口部 14 a のエッジ部の傾斜した液晶分子 30 a の配向と整合性をとるように周囲の液晶分子 30 a も傾斜し、図 4（c）に示したような状態で液晶分子 30 a の軸方位は安定する（放射状傾斜配向）。

このように、開口部 14 a が回転対称性を有する形状であると、絵素領域内の液晶分子 30 a は、電圧印加時に、開口部 14 a のエッジ部から開口部 14 a の中心に向かって液晶分子 30 a が傾斜するので、エッジ部からの液晶分子 30 a の配向規制力が釣り合う開口部 14 a の中心付近の液晶分子 30 a は基板面に対して垂直に配向した状態を維持し、その回りの液晶分子 30 a が開口部 14 a の中心付近の液晶分子 30 a を中心に放射状に液晶分子 30 a が連続的に傾斜した状態が得られる。

また、略星形の単位中実部 14 b' に対応する領域の液晶分子 30 a も、開口部 14 a のエッジ部に生成される斜め電界で傾斜した液晶分子 30 a の配向と整合するように傾斜する。エッジ部からの

液晶分子 30 a の配向規制力が釣り合う単位中実部 14 b' の中心付近の液晶分子 30 a は基板面に対して垂直に配向した状態を維持し、その回りの液晶分子 30 a が単位中実部 14 b' の中心付近の液晶分子 30 a を中心に放射状に液晶分子 30 a が連続的に傾斜した状態が得られる。

このように、絵素領域全体に亘って、液晶分子 30 a が放射状傾斜配向をとる液晶ドメインが正方格子状に配列されると、それぞれの軸方位の液晶分子 30 a の存在確率が回転対称性を有することになり、あらゆる視角方向に対して、ざらつきのない高品位の表示を実現することができる。放射状傾斜配向を有する液晶ドメインの視角依存性を低減するためには、液晶ドメインが高い回転対称性（2 回回転軸以上が好ましく、4 回回転軸以上がさらに好ましい。）を有することが好ましい。また、絵素領域全体の視角依存性を低減するためには、絵素領域に形成される複数の液晶ドメインが、高い回転対称性（2 回回転軸以上が好ましく、4 回回転軸以上がさらに好ましい。）を有する単位（例えば単位格子）の組合せで表される配列（例えば正方格子）を構成することが好ましい。

なお、液晶分子 30 a の放射状傾斜配向は、図 5（a）に示したような単純な放射状傾斜配向よりも、図 5（b）および（c）に示したような、左回りまたは右回りの渦巻き状の放射状傾斜配向の方が安定である。この渦巻き状配向は、通常のツイスト配向のように液晶層 30 の厚さ方向に沿って液晶分子 30 a の配向方向が螺旋状に変化するのではなく、液晶分子 30 a の配向方向は微小領域でみ

ると、液晶層 30 の厚さ方向に沿ってほとんど変化していない。すなわち、液晶層 30 の厚さ方向のどこの位置の断面（層面に平行な面内での断面）においても、図 5（b）または（c）と同じ配向状態にあり、液晶層 30 の厚さ方向に沿ったツイスト変形をほとんど生じていない。但し、液晶ドメインの全体でみると、ある程度のツイスト変形が発生している。

負の誘電異方性を有するネマチック液晶材料にカイラル剤を添加した材料を用いると、電圧印加時に、液晶分子 30 a は、開口部 14 a および単位中実部 14 b' を中心に、図 5（b）および（c）に示した、左回りまたは右回りの渦巻き状放射状傾斜配向をとる。右回りか左回りかは用いるカイラル剤の種類によって決まる。従って、電圧印加時に開口部 14 a 内の液晶層 30 を渦巻き状放射状傾斜配向させることによって、放射状傾斜している液晶分子 30 a の、基板面に垂直に立っている液晶分子 30 a の周りを巻いている方向を全ての液晶ドメイン内で一定にすることができるので、ざらつきの無い均一な表示が可能になる。さらに、基板面に垂直に立っている液晶分子 30 a の周りを巻いている方向が定まっているので、液晶層 30 に電圧を印加した際の応答速度も向上する。

さらに、カイラル剤を十分に多く添加すると、通常のツイスト配向のように、液晶層 30 の厚さ方向に沿って液晶分子 30 a の配向が螺旋状に変化するようになる。液晶層 30 の厚さ方向に沿って液晶分子 30 a の配向が螺旋状に変化しない配向状態では、偏光板の偏光軸に対して垂直方向または平行方向に配向している液晶分子 3

0 a は、入射光に対して位相差を与えないため、この様な配向状態の領域を通過する入射光は透過率に寄与しない。これに対し、液晶層 30 の厚さ方向に沿って液晶分子 30 a の配向が螺旋状に変化する配向状態においては、偏光板の偏光軸に垂直方向または平行方向に配向している液晶分子 30 a も、入射光に対して位相差を与えるとともに、光の旋光性を利用することもできる。従って、この様な配向状態の領域を通過する入射光も透過率に寄与するので、明るい表示が可能な液晶表示装置を得ることができる。

上述したように、液晶表示装置 100 では、TFT 基板 100 a 上に設けられた絵素電極 14 によって、放射状傾斜配向状態をとる液晶ドメインが形成されるので、広視野角の表示を行うことができる。ただし、TFT 基板 100 a 上に上記の構造を有する絵素電極 14 を設けただけでは、絵素電極 14 の接続部 14 d 上に位置する液晶層 30 の配向状態が不安定であり、そのことによって表示品位が低下することがある。

本発明による液晶表示装置 100 は、図 1 (a) に示すように、対向基板 100 b の、接続部 14 d に対応した領域に配向規制構造 28 を有しているので、接続部 14 d 上に位置する液晶層 30 の配向状態が安定化され、高品位の表示が実現される。以下、配向規制構造 28 の具体的な構成と機能を説明するが、それに先立って、接続部 14 d 上の液晶層 30 の配向状態が不安定である理由を説明する。

図 6 (a) ~ (c) に、絵素電極の接続部に対応した領域に配向

規制構造を有しない液晶表示装置 1 0 0 0 を模式的に示す。図 6

(a) は液晶表示装置 1 0 0 0 の 1 つの絵素領域の構造を示す上面図であり、図 6 (b) は図 6 (a) 中の 6 B - 6 B' 線に沿った断面図であり、図 6 (c) は図 6 (a) 中の 6 C - 6 C' 線に沿った断面図である。なお、図 6 (a) ~ (c) では、液晶表示装置 1 0 0 0 の構成要素と実質的に同じ機能を有するものに同じ参照符号を付している。また、図 6 (b) および (c) は、液晶層 3 0 に電圧が印加された状態を示している。

図 6 (a) ~ (c) に示すように、液晶表示装置 1 0 0 0 の対向基板 1 0 0 0 b は、絵素電極 1 4 の接続部 1 4 d に対応した領域に配向規制構造を有していない。

図 6 (a) 中の 6 B - 6 B' 線に沿った方向においては、図 6 (b) に示すように、接続部 1 4 d は開口部 1 4 a と隣接するので、絵素電極 1 4 と対向電極 2 2 との間に電圧が印加されると、接続部 1 4 d 上の液晶分子 3 0 a は、開口部 1 4 a のエッジ部に生成される斜め電界による配向規制力を受ける。

これに対し、図 6 (a) 中の 6 C - 6 C' 線に沿った方向においては、図 6 (c) に示すように、接続部 1 4 d は単位中実部 1 4 b' と連続しているので、絵素電極 1 4 と対向電極 2 2 との間に電圧が印加されても、接続部 1 4 d 上の液晶分子 3 0 a は、斜め電界による配向規制力の影響をほとんど受けず、隣接した単位中実部 1 4 b' 上の液晶分子 3 0 a の配向と整合するように傾斜する。

このように、接続部 1 4 d 上の液晶分子 3 0 a は、接続部 1 4 d

と開口部 1 4 a とが隣接する方向においては斜め電界による比較的強い配向規制力を受けるが、接続部 1 4 d と単位中実部 1 4 b' とが連続する方向においては、周囲の液晶分子 3 0 a との配向の連続性を保つように働く弱い配向規制力しか受けない。また、図 6

5 (b) および (c) からわかるように、それぞれの方向において働く配向規制力による配向規制方向は、互いに逆である。接続部 1 4 d 上に位置する液晶分子 3 0 a は、接続部 1 4 d と開口部 1 4 a とが隣接する方向においては、図 6 (b) に示すように、下側（基板 1 0 0 a 側）が開いたコーン状に配向するのに対して、接続部 1 4 d と単位中実部 1 4 b' とが連続する方向においては、図 6 (c) に示すように、上側（基板 1 0 0 b 側）が開いたコーン状に配向する。

10 上述したように、接続部 1 4 d 上に位置する液晶分子 3 0 a については、ほとんど配向規制力を受けない（むしろ逆方向の配向規制力が働く）方向（方位）が存在するので、接続部 1 4 d 上に位置する液晶層 3 0 の配向状態が不安定になりやすい。

20 接続部 1 4 d 上の液晶層 3 0 の配向状態が乱れると、その乱れは、隣接する単位中実部 1 4 b' および開口部 1 4 a に形成される液晶ドメインの配向にも影響を与え、絵素領域全体の配向の安定性が低下してしまう。また、このような配向の不安定化は、すべての絵素領域で一様な程度で発生するわけではなく、絵素領域ごとに異なる程度で発生し得るので、表示面内で透過率やコントラスト比にばらつきが生じ、表示むらやざらつきの原因となってしまう。

なお、絵素電極の接続部上の液晶層の配向状態は、接続部が2つの単位中実部を相互に接続する場合よりも、接続部が3つ以上の単位中実部を相互に接続する場合に不安定になりやすい。1つの接続部によって接続される単位中実部の数が多くなるほど、接続部と単位中実部とが連続している方位が多く存在するからである。特に、接続部が4つ以上の単位中実部を接続する場合、配向状態の乱れが顕著となり、表示品位の低下が顕著となりやすい。

次に、図7(a)～(d)を参照しながら、配向規制構造の具体的な構造と機能を説明する。図7(a)～(d)は、配向規制構造28を有する対向基板100bの断面を模式的に示している。

図7(a)～(d)に示した配向規制構造28は、少なくとも絵素電極14と対向電極22との間に電圧が印加された状態において液晶層30の液晶分子に対して配向規制力を発現し、接続部14d上に位置する液晶分子30aを放射状傾斜配向させるように作用する。

図7(a)に示した配向規制構造28は、対向電極22の開口部22aによって構成されている。なお、対向基板300bの液晶層30側の表面には垂直配向膜（不図示）が設けられている。

この配向規制構造28は、電圧印加時にのみ配向規制力を発現する。配向規制構造28は、接続部14d上に位置する液晶層30内の液晶分子30aに対して配向規制力を作用させることができればよいので、開口部22aの大きさは、絵素電極14に設けられる開口部14aよりも小さくてもよく、また、単位中実部14b'（例

例えば図 1 (a) 参照) よりも小さくてもよい。例えば、開口部 1 4 a や単位中実部 1 4 b' の面積の半分以下で十分な効果を得ることができる。対向電極 2 2 の開口部 2 2 a を、その中心が絵素電極 1 4 の接続部 1 4 の中央部に対向するように設けることによって、液  
5 晶分子の配向の連続性が高くなり、且つ、放射状傾斜配向の中心軸の位置を固定することができる。

このように、配向規制構造として、電圧印加時にのみ配向規制力を発現する構造を採用すると、電圧無印加状態において液晶層 3 0 のほとんど全ての液晶分子 3 0 a が垂直配向状態をとるので、ノーマリブラックモードを採用した場合に、黒表示状態において光漏れ  
10 がほとんど発生せず、良好なコントラスト比の表示を実現できる。但し、対向電極 2 2 に設けられた開口部 2 2 a によって構成される配向規制構造 2 8 は、印加電圧が低いときには十分に大きな配向規制力を発現しないこともある。

図 7 (b) ~ (d) に示した配向規制構造 2 8 は、電圧の印加無  
15 印加に関わらず、配向規制力を発現するので、全ての表示階調において安定した放射状傾斜配向が得られる。

図 7 (b) に示した配向規制構造 2 8 は、対向電極 2 2 上に液晶層 3 0 側に突き出た凸部 2 2 b を有する。凸部 2 2 b を形成する材料に特に制限はないが、樹脂などの誘電体材料を用いて容易に形成  
20 することができる。なお、対向基板 3 0 0 b の液晶層 3 0 側の表面には垂直配向膜 (不図示) が設けられている。凸部 2 2 b は、その表面 (垂直配向性を有する) の形状効果によって、液晶分子 3 0 a



を放射状に傾斜配向させる。また、熱によって変形する樹脂材料を用いると、パターニングの後の熱処理によって、図 7 (b) に示したような、なだらかな丘上の断面形状を有する凸部 2 2 b を容易に形成できるので好ましい。図示したように、頂点を有するなだらかな断面形状（例えば球の一部）を有する凸部 2 2 b や円錐状の形状を有する凸部は、放射状傾斜配向の中心位置を固定する効果に優れている。

図 7 (c) に示した配向規制構造 2 8 は、対向電極 2 2 の下（基板 2 1 側）に形成された誘電体層 2 3 に設けられた開口部（凹部でもよい） 2 3 a 内の液晶層 3 0 側の水平配向性表面によって構成されている。ここでは、対向基板 3 0 0 b の液晶層 3 0 側に形成される垂直配向膜 2 4 を、開口部 2 3 a 内にだけ形成しないことで、開口部 2 3 a 内の表面を水平配向性表面としている。これに代えて、図 7 (d) に示したように、開口部 2 3 a 内にだけ、水平配向膜 2 5 を形成してもよい。

図 7 (d) に示した水平配向膜は、例えば、一旦対向基板 1 0 0 b の全面に垂直配向膜 2 4 を形成し、開口部 2 3 a 内に存在する垂直配向膜 2 4 に選択的に紫外線を照射するなどして、垂直配向性を低下させることによって形成してもよい。

図 7 (c) および (d) に示した配向規制構造 2 8 を構成するために必要な水平配向性は、TN 型液晶表示装置に用いられている配向膜のようにプレチルト角が小さい必要はなく、例えば、プレチルト角が  $45^{\circ}$  以下であればよい。また、水平配向性の表面でなくて

も、液晶分子を垂直配向状態よりも小さな角度で傾斜させ得る表面（「傾斜配向性の表面」とよぶ。）であれば、配向規制構造 28 として機能し得る。

図 7（c）および（d）に示したように、開口部 23 a 内の水平配向性表面上では、液晶分子 30 a が基板面に対して水平に配向しようとするので、周囲の垂直配向膜 24 上の垂直配向している液晶分子 30 a の配向と連続性を保つような配向が形成され、図示したような放射状傾斜配向が得られる。

対向電極 22 の表面に凹部（誘電体層 23 の開口部によって形成される）を設けずに、対向電極 22 の平坦な表面上に、水平配向性表面（電極の表面または水平配向膜など）を選択的に設けるだけでも放射状傾斜配向が得られるが、凹部の形状効果によって、放射状傾斜配向をさらに安定化することができる。

対向基板 100 b の液晶層 30 側の表面に凹部を形成するために、例えば、誘電体層 23 として、カラーフィルタ層やカラーフィルタ層のオーバーコート層を用いると、プロセスが増加することが無いので好ましい。また、図 7（c）および（d）に示した構造は、図 7（a）に示した構造のように、凸部 22 b を介して液晶層 30 に電圧が印加される領域が存在しないので、光の利用効率の低下が少ない。

上述した配向規制構造 28 を備える液晶表示装置 100 の断面構成を図 8（a）および（b）に示す。図 8（a）および（b）は、液晶層 30 に電圧が印加された状態を示し、図 8（a）は、図 1 中

の 8 A - 8 A' 線に沿った断面図に相当し、図 8 (b) は、図 1 中の 8 B - 8 B' 線に沿った断面図に相当する。

液晶表示装置 1 0 0 の対向基板 1 0 0 b は、絵素電極 1 4 の接続部 1 4 d に対応した領域に配向規制構造 2 8 (ここでは凸部 2 2 b) を有しているの、接続部 1 4 d 上に位置する液晶層 3 0 内の液晶分子 3 0 a には、この配向規制構造 2 8 による配向規制力が、図 8 (a) および (b) に示すように、接続部 1 4 d と開口部 1 4 a とが隣接する方向においても、接続部 1 4 d と単位中実部 1 4 b' とが連続する方向においても作用する。そのため、接続部 1 4 d 上の液晶層 3 0 の配向状態が安定化され、配向乱れの発生が抑制される。従って、表示むらやざらつきの発生が抑制された高品位の表示を行うことができる。典型的には、配向規制構造 2 8 による配向規制力によって、少なくとも電圧印加状態において接続部 1 4 d 上にも放射状傾斜配向をとる液晶ドメインが形成される。

なお、図 8 (a) および (b) では、配向規制構造 2 8 として対向基板 1 0 0 b の液晶層 3 0 側に突き出た凸部 2 2 b を例示したが、図 7 (a)、(c) および (d) に示した配向規制構造 2 8 を設けても同様の効果が得られる。図 9 (a) および (b) に、対向電極 2 2 に設けられた開口部 2 2 a を含む配向規制構造 2 8 を備えた液晶表示装置 1 0 0 の断面構成を示す。図 9 (a) および (b) は、それぞれ図 8 (a) および (b) に対応した図である。図 9 (a) および (b) に示すように、接続部 1 4 d 上の液晶分子 3 0 a に方向 (方位) によらず配向規制構造 2 8 による配向規制力が作用し、

放射状傾斜配向が形成される。

また、図 8 (a) および (b) と図 9 (a) および (b) では、  
対向基板 1 0 0 b 上に設けた凸部 2 2 b や開口部 2 2 a の大きさが、  
接続部 1 4 d よりも大きな場合を示したが、図 1 0 (a) および  
5 (b) と図 1 1 (a) および (b) とに示すように、対向基板 1 0  
0 b 上に設ける凸部 2 2 b や開口部 2 2 a の大きさを接続部 1 4 d  
よりも小さく（あるいは同じと）してもよい。これらの場合にも、  
同様の効果が得られる。配向規制構造 2 8 の大きさを調整すること  
によって、接続部 1 4 d 上に位置する液晶分子 3 0 a に及ぼす配向  
10 規制力の大きさを制御し得るので、採用する絵素電極 1 4 の構造や、  
所望する配向安定性などに応じ、配向規制構造の大きさを適宜設定  
すればよい。例えば、図 7 (b) に示した凸部 2 2 b を採用する場合、  
直径が約 5 ～ 約 2 0  $\mu\text{m}$  で高さ（厚さ）が約 0. 5 ～ 約 2. 0  
 $\mu\text{m}$  の凸部 2 2 b を形成すれば、十分な配向規制力が得られ、且つ、  
15 リタデーションによるコントラスト比の低下も実用上問題の無いレ  
ベルに抑えられる。

なお、上述したような表示品位向上の効果は、図 1 2 に示すよう  
に接続部 1 4 d が 3 つの単位中実部 1 4 b' を相互に接続している  
場合にも得られるが、図 1 などに示したように接続部 1 4 d が 4 つ  
20 (あるいはそれ以上) の単位中実部 1 4 b' を接続している場合に  
より顕著に得られる。1 つの接続部 1 4 d が接続する単位中実部 1  
4 b' の数が多いほど、接続部 1 4 d と単位中実部 1 4 b' とが連  
続する方向（方位）、すなわち、開口部 1 4 a のエッジ部に生成さ

れる斜め電界が接続部 1 4 d 上の液晶分子 3 0 a に作用しない方向  
(方位) が多く存在するからである。

また、液晶セルに加えられる応力に対する耐性を向上するために、  
対向基板の単位中実部に対応した領域にさらに配向規制構造を設け  
てもよい。

図 1 3 (a) および (b) に、単位中実部 1 4 b' に対応して設  
けられた配向規制構造 2 9 を有する液晶表示装置 2 0 0 を模式的に  
示す。図 1 3 (a) は、液晶表示装置 2 0 0 の 1 つの絵素領域の構  
造を示す上面図であり、図 1 3 (b) は、図 1 3 (a) 中の 1 3 B  
- 1 3 B' 線に沿った断面図に相当する。

液晶表示装置 2 0 0 の対向基板 2 0 0 b は、図 1 3 (a) および  
(b) に示すように、絵素電極 1 4 の接続部 1 4 d に対応した領域  
に配向規制構造 2 8 を有している。対向基板 2 0 0 b は、さらに、  
絵素電極 1 4 の単位中実部 1 4 b' に対応した領域にさらなる配向  
規制構造 2 9 を有している。

配向規制構造 2 9 としては、接続部 1 4 d に対応した領域に設け  
る配向規制構造 2 8 と同じ構造のものを用いることができる。具体  
的には、図 7 (a) ~ (d) に示した配向規制構造 2 8 と同じもの  
を用いることができる。なお、図 1 3 (b) では、配向規制構造 2  
9 として、電圧無印加時にも配向規制力を発現するもの (図 7  
(b) ~ (d)) を例示するが、図 7 (a) に示したのものを用いる  
こともできる。

配向規制構造 2 9 は、より具体的には、単位中実部 1 4 b' の中

央付近に対応する（対向する）領域に設けられており、液晶層 3 0  
に電圧を印加した状態、すなわち、絵素電極 1 4 と対向電極 2 2 と  
の間に電圧を印加した状態において、開口部 1 4 のエッジ部 E G に  
生成される斜め電界による配向規制方向と、配向規制構造 2 9 が発  
5 現する配向規制力による配向規制方向とが整合し、放射状傾斜配向  
が安定化する。この様子を図 1 4（a）～（c）に模式的に示して  
いる。図 1 4（a）は電圧無印加時を示し、図 1 4（b）は電圧印  
加後に配向が変化し始めた状態（ON 初期状態）を示し、図 1 4  
（c）は電圧印加中の定常状態を模式的に示している。

10 配向規制構造 2 9 による配向規制力は、図 1 4（a）に示したよ  
うに、電圧無印加状態においても、近傍の液晶分子 3 0 a に作用し、  
放射状傾斜配向を形成する。

電圧を印加し始めると、図 1 4（b）に示したような等電位線 E  
Q で示される電界が発生し（中実部 1 4 b による）、開口部 1 4 a  
15 および中実部 1 4 b に対応する領域に液晶分子 3 0 a が放射状傾斜  
配向した液晶ドメインが形成され、図 1 4（c）に示したような定  
常状態に達する。このとき、それぞれの液晶ドメイン内の液晶分子  
3 0 a の傾斜方向は、配向規制構造 2 9 の配向規制力による液晶分  
子 3 0 a の傾斜方向と一致する。

20 このように、対向基板 2 0 0 b 上の、単位中実部 1 4 b' に対応  
した領域にも配向規制構造 2 9 を設けることによって、絵素電極 1  
4 によって形成される放射状傾斜配向状態をより安定化することが  
できるので、液晶セルへの応力の印加などに起因した表示品位の低

下を抑制できる。

定常状態にある液晶表示装置 200 に応力が印加されると、液晶層 30 の放射状傾斜配向は一旦崩れるが、応力が取り除かれると、絵素電極 14 および配向規制構造 29（さらには配向規制構造 28）による配向規制力が液晶分子 30a に作用しているので、放射状傾斜配向状態に復帰する。従って、応力による残像の発生が抑制される。配向規制構造 29 による配向規制力が強すぎると、電圧無印加時にも放射状傾斜配向によるリタデーションが発生し、表示のコントラスト比を低下するおそれがあるが、配向規制構造 29 による配向規制力は、絵素電極 14 によって形成される放射状傾斜配向の安定化および中心軸位置を固定する効果を有せばいいので、強い配向規制力は必要なく、表示品位を低下させるほどのリタデーションを発生させない程度の配向規制力で十分である。

図 15（a）および（b）に、液晶表示装置 200 において液晶層 30 に電圧を印加したときに液晶ドメインが形成される様子を示す。図 15（a）は、液晶分子 30a の配向状態を計算した結果（シミュレーションの結果）であり、図 15（b）は、実際に作成した液晶パネルの写真である。また、図 15（a）および（b）は、絵素領域の一部を示しており、例えば図 15（a）は図 15（c）に構造を示した領域を示している。なお、図 15（a）では、配向規制構造 28 および 29 として対向電極 22 に設けた開口部 22a を採用し、図 15（b）では、配向規制構造 28 および 29 として凸部 22b を採用している。

図 1 5 ( a ) および ( b ) に示すように、電圧印加状態においては、単位中実部 1 4 b ' 、開口部 1 4 a および接続部 1 4 d のそれぞれに対応して液晶ドメインが形成されている。

図 1 6 ( a ) および ( b ) に、接続部 1 4 d 上に設けられる配向規制構造 2 8 を省略した場合の液晶ドメインが形成される様子を示す。図 1 6 ( a ) および ( b ) は、図 1 5 ( a ) および ( b ) に対応した図であり、図 1 6 ( c ) に示すように、接続部 1 4 d に対応した領域には配向規制構造を有しない液晶表示装置 1 1 0 0 についての図である。

図 1 6 ( a ) および ( b ) に示すように、接続部 1 4 d 上に配向規制構造が設けられていないと、接続部 1 4 d には液晶ドメインが形成されない。接続部 1 4 d に液晶ドメインが形成されず、接続部 1 4 d 上の液晶分子 3 0 a の配向状態が規定されない場合でも、理想的には、図 1 6 ( a ) に示す計算結果のように、単位中実部 1 4 b ' および開口部 1 4 a に形成される液晶ドメインへの影響はほとんどない。ところが、実際の液晶パネルでは、図 1 6 ( b ) に示すように、接続部 1 4 d 上の液晶層 3 0 の配向状態が乱れる様子は、接続部 1 4 d ごとに異なっており、隣接する単位中実部 1 4 b ' や開口部 1 4 a に形成される液晶ドメインへの影響は、絵素領域内、さらには表示面内で局所的に異なってしまう。そのため、表示のむらやざらつきが発生して表示品位が低下してしまう。

これに対して、接続部 1 4 d 上に配向規制構造 2 8 を有していると、図 1 5 ( b ) に示したように、実際の液晶パネルにおいても、



絵素領域の全体、さらには表示面内の全体にわたって配向状態を安定化でき、高品位の表示を行うことができる。

5       なお、絵素電極 1 4 の形状は、ここまでに例示したものに限定されない。図 1 や図 1 3 では、単位中実部 1 4 b' が実質的に直線のみから構成されている場合を例示したが、図 1 7 に示す絵素電極 1 4 A のように、単位中実部 1 4 b が曲線を含んで構成されてもよい。

10       また、図 1 や図 1 3 では、単位中実部 1 4 b' が鋭角化された 4 つの角部 1 4 c を有している場合を示したが、必ずしも角部が鋭角化されている必要はなく、図 1 8 に示す絵素電極 1 4 B のように、単位中実部 1 4 b' の形状が略矩形であってもよい。ただし、応答特性を向上する観点からは、図 1 や図 1 3 に示すように、単位中実部 1 4 b' が鋭角化された角部 1 4 c を有していることが好ましい。なお、本願明細書において、「鋭角化された角部」は、2 直線が 90° 未満の角をなしている角部だけでなく、曲線と直線あるいは 2 曲線が 90° 未満の角をなしている（交点における接線が 90° 未満の角をなしている）角部も含んでいる。

15       以下、図 1 9 (a) および (b) を参照しながら、単位中実部 1 4 b' の角部 1 4 c を鋭角化することによって応答特性が向上する理由を説明する。

20       図 1 9 (a) に示すように単位中実部 1 4 b' の角部 1 4 c が鋭角化されていると、図 1 9 (b) に示すように直角の角部 1 0 1 4 c' を有している場合よりも、斜め電界を生成するための絵素電極 1 4 の辺がより多く形成されるので、より多くの液晶分子 3 0 a に

斜め電界を作用させることができる。そのため、電界に応答して最初に傾斜し始める液晶分子 30 a の数がより多くなり、絵素領域全域にわたって放射状傾斜配向が形成されるのに要する時間が短くなるので、応答速度が向上する。また、角部 14 c が鋭角化されていると、絵素電極 14 の辺から単位中実部 14 b' の中央部までの距離が短くなるので、エッジ部で傾斜した液晶分子 30 a の影響を受けて単位中実部 14 b' 内の液晶分子 30 a が倒れ込むのに要する時間が短くなる。そのため、この点からも優れた応答特性が得られる。

図 20 (a) に示すように角部が鋭角化された単位中実部 14 b' を備えた液晶表示装置において、6 V の電圧を液晶層に印加したときの写真を図 20 (b) および (c) に示す。図 20 (b) は電圧印加直後に相当し、図 20 (c) は液晶分子の配向が定常状態に達した状態 (安定状態) に相当する。また、図 21 (a) に示すように角部が鋭角化されていない単位中実部 1014 b' を備えた液晶表示装置において、6 V の電圧を液晶層に印加したときの写真を図 20 (b) および (c) に示す。

液晶層に電圧を印加すると、まず、図 20 (b) および図 21 (b) に示すように、単位中実部 14 b' , 1014 b' の辺近傍の液晶分子と、配向規制構造 29 の設けられた単位中実部 14 b' , 1014 b' の中央付近の液晶分子が傾斜し始め、その後、これらの液晶分子の影響を受けて、図 20 (c) および図 21 (c) に示すように、その他の部分の液晶分子が傾斜配向する。

角部が鋭角化されていないと、図 2 1 (b) に示すように、電圧印加直後に傾斜している液晶分子の数が少ない（暗い領域が多い）。これに対し、角部が鋭角化されていると、図 2 0 (b) に示すように、電圧印加直後に傾斜している液晶分子の数が多く（明るい領域が多く）、応答特性が向上している。

図 2 2 に、図 2 0 (a) に示す単位中実部 1 4 b' を備えた液晶表示装置と、図 2 1 (a) に示す単位中実部 1 0 1 4 b' を備えた液晶表示装置とにおいて、液晶層への印加電圧を 1. 2 V から 2. 8 5 V に変化させたときの応答波形を示す。なお、図 2 2 では、2. 8 5 V の電圧を印加したときの定常状態における透過率を 1 0 0 % としている。

図 2 2 からわかるように、角部が鋭角化されていると、角部が鋭角化されていない場合に比べ、より短い時間で液晶分子の配向が定常状態に達しており、応答特性が向上している。

なお、本発明による液晶表示装置においては、絵素電極に開口部を設けるので、開口部に対応する領域の液晶層に十分な電圧が印加されず、十分なリタデーション変化が得られないために、光の利用効率が低下するという問題が発生することがある。そこで、開口部を設けた電極（上層電極）の液晶層とは反対側に誘電体層を設け、この誘電体層を介して電極の開口部の少なくとも一部に対向するさらなる電極（下層電極）を設ける（すなわち 2 層構造電極とする）ことによって、開口部に対応する液晶層に十分な電圧を印加することができ、光の利用効率や応答特性を向上することができる。

図 2 3 (a) ~ (c) に、下層電極 1 2 と、上層電極 1 4 と、これらの間に設けられた誘電体層 1 3 とを有する絵素電極（2 層構造電極） 1 6 を備える液晶表示装置 3 0 0 の 1 つの絵素領域の断面構造を模式的に示す。絵素電極 1 6 の上層電極 1 4 は、上述した絵素電極 1 4 と実質的に等価で、上述した種々の形状、配置の開口部および中実部を有する。以下では、2 層構造を有する絵素電極 1 6 の機能を説明する。

液晶表示装置 3 0 0 の絵素電極 1 6 は、複数の開口部 1 4 a（1 4 a 1 および 1 4 a 2 を含む）を有する。図 2 3 (a) は、電圧が印加されていない液晶層 3 0 内の液晶分子 3 0 a の配向状態（OFF 状態）を模式的に示している。図 2 3 (b) は、液晶層 3 0 に印加された電圧に応じて、液晶分子 3 0 a の配向が変化し始めた状態（ON 初期状態）を模式的に示している。図 2 3 (c) は、印加された電圧に応じて変化した液晶分子 3 0 a の配向が定常状態に達した状態を模式的に示している。なお、図 2 3 では、開口部 1 4 a 1 および 1 4 a 2 に誘電体層 1 3 を介して対向するように設けられた下層電極 1 2 は、開口部 1 4 a 1 および 1 4 a 2 のそれぞれと重なり、且つ、開口部 1 4 a 1 および 1 4 a 2 の間の領域（上層電極 1 4 が存在する領域）にも存在するように形成された例を示したが、下層電極 1 2 の配置はこれに限られず、開口部 1 4 a 1 および 1 4 a 2 のそれぞれに対して、下層電極 1 2 の面積 = 開口部 1 4 a の面積、または、下層電極 1 2 の面積 < 開口部 1 4 a の面積としてもよい。すなわち、下層電極 1 2 は、誘電体層 1 3 を介して開口部 1 4

a の少なくとも一部と対向するように設けられていればよい。但し、  
下層電極 1 2 が開口部 1 4 a 内に形成された構成においては、基板  
1 1 の法線方向から見た平面内に、下層電極 1 2 および上層電極 1  
4 のいずれもが存在しない領域（隙間領域）が存在し、この隙間領  
域に対向する領域の液晶層 3 0 に十分な電圧が印加されないことが  
5 あるので、液晶層 3 0 の配向を安定化するように、この隙間領域の  
幅を十分に狭くすることが好ましく、典型的には、約  $4\ \mu\text{m}$  を越え  
ないことが好ましい。また、誘電体層 1 3 を介して上層電極 1 4 の  
導電層が存在する領域と対向する位置に形成された下層電極 1 2 は、  
10 液晶層 3 0 に印加される電界に実質的に影響しないので、特にパタ  
ーニングする必要はないが、パターニングしてもよい。

図 2 3 (a) に示したように、絵素電極 1 6 と対向電極 2 2 が同  
電位するとき（液晶層 3 0 に電圧が印加されていない状態）には、絵  
素領域内の液晶分子 3 0 a は、両基板 1 1 および 2 1 の表面に対し  
15 て垂直に配向している。ここでは、簡単のために、絵素電極 1 6 の  
上層電極 1 4 と下層電極 1 2 の電位は互いに等しいとする。

液晶層 3 0 に電圧を印加すると、図 2 3 (b) に示した等電位線  
E Q で表される電位勾配が形成される。絵素電極 1 6 の上層電極 1  
4 と対向電極 2 2 との間に位置する液晶層 3 0 内には、上層電極 1  
20 4 および対向電極 2 2 の表面に対して平行な等電位線 E Q で表され  
る、均一な電位勾配が形成される。上層電極 1 4 の開口部 1 4 a 1  
および 1 4 a 2 の上に位置する液晶層 3 0 には、下層電極 1 2 と対  
向電極 2 2 との電位差に応じた電位勾配が形成される。このとき、

液晶層 30 内に形成される電位勾配が、誘電体層 13 による電圧降下の影響を受けるので、液晶層 30 内に形成される等電位線 EQ は、開口部 14a1 および 14a2 に対応する領域で落ち込む（等電位線 EQ に複数の「谷」が形成される）。誘電体層 13 を介して開口部 14a1 および 14a2 に対向する領域に下層電極 12 が形成されているので、開口部 14a1 および 14a2 のそれぞれの中央付近上に位置する液晶層 30 内にも、上層電極 14 および対向電極 22 の面に対して平行な等電位線 EQ で表される電位勾配が形成される（等電位線 EQ の「谷の底」）。開口部 14a1 および 14a2 のエッジ部（開口部の境界（外延）を含む開口部の内側周辺）EG 上の液晶層 30 内には、傾斜した等電位線 EQ で表される斜め電界が形成される。

図 23 (b) と図 2 (a) との比較から明らかなように、液晶表示装置 300 は下層電極 12 を有するので、開口部 14a に対応する領域に形成される液晶ドメインの液晶分子にも十分な大きさの電界を作用させることができる。

負の誘電異方性を有する液晶分子 30a には、液晶分子 30a の軸方位を等電位線 EQ に対して平行に配向させようとするトルクが作用する。従って、エッジ部 EG 上の液晶分子 30a は、図 23 (b) 中に矢印で示したように、図中の右側エッジ部 EG では時計回り方向に、図中の左側エッジ部 EG では反時計回り方向に、それぞれ傾斜（回転）し、等電位線 EQ に平行に配向する。

図 23 (b) に示したように、液晶表示装置 300 の開口部 14

a 1 および 1 4 a 2 のエッジ部 E G において、液晶分子 3 0 a の軸方位に対して傾斜した等電位線 E Q で表される電界（斜め電界）が発生すると、図 3（b）に示したように、液晶分子 3 0 a は、等電位線 E Q と平行になるための傾斜量が少ない方向（図示の例では反時計回り）に傾斜する。また、液晶分子 3 0 a の軸方位に対して垂直方向の等電位線 E Q で表される電界が発生する領域に位置する液晶分子 3 0 a は、図 3（c）に示したように、傾斜した等電位線 E Q 上に位置する液晶分子 3 0 a と配向が連続となるように（整合するように）、傾斜した等電位線 E Q 上に位置する液晶分子 3 0 a と同じ方向に傾斜する。

上述したように、傾斜した等電位線 E Q 上に位置する液晶分子 3 0 a から始まる配向の変化が進み、定常状態に達すると、図 2 3（c）に模式的に示したように、開口部 1 4 a 1 および 1 4 a 2 のそれぞれの中心 S A に関して対称な傾斜配向（放射状傾斜配向）を形成する。また、隣接する 2 つの開口部 1 4 a 1 および 1 4 a 2 との間に位置する上層電極 1 4 の領域上の液晶分子 3 0 a も、開口部 1 4 a 1 および 1 4 a 2 のエッジ部の液晶分子 3 0 a と配向が連続となるように（整合するように）、傾斜配向する。開口部 1 4 a 1 および 1 4 a 2 のエッジの中央に位置する部分上の液晶分子 3 0 a は、それぞれのエッジ部の液晶分子 3 0 a の影響を同程度に受けるので、開口部 1 4 a 1 および 1 4 a 2 の中央部に位置する液晶分子 3 0 a と同様に、垂直配向状態を維持する。その結果、隣接する 2 つの開口部 1 4 a 1 と 1 4 a 2 との間の上層電極 1 4 上の液晶層も

放射状傾斜配向状態となる。但し、開口部 1 4 a 1 および 1 4 a 2 内の液晶層の放射状傾斜配向と開口部 1 4 a 1 と 1 4 a 2 との間の液晶層の放射状傾斜方向とでは、液晶分子の傾斜方向が異なる。図 2 3 (c) に示した、それぞれの放射状傾斜配向している領域の中央に位置する液晶分子 3 0 a 付近の配向に注目すると、開口部 1 4 a 1 および 1 4 a 2 内では、対向電極に向かって広がるコーンを形成するように液晶分子 3 0 a が傾斜しているのに対し、開口部間では、上層電極 1 4 に向かって広がるコーンを形成するように液晶分子 3 0 が傾斜している。なお、いずれの放射状傾斜配向もエッジ部の液晶分子 3 0 a の傾斜配向と整合するように形成されているので、2 つの放射状傾斜配向は互いに連続している。

上述したように、液晶層 3 0 に電圧を印加すると、上層電極 1 4 に設けた複数の開口部 1 4 a 1 および 1 4 a 2 それぞれのエッジ部 E G 上の液晶分子 3 0 a から傾斜し始め、その後周辺領域の液晶分子 3 0 a がエッジ部 E G 上の液晶分子 3 0 a の傾斜配向と整合するように傾斜することによって、放射状傾斜配向が形成される。従って、1 つの絵素領域内に形成する開口部 1 4 a の数が多いほど、電界に応答して最初に傾斜し始める液晶分子 3 0 a の数が多くなるので、絵素領域全体に亘って放射状傾斜配向が形成されるのに要する時間が短くなる。すなわち、絵素領域毎に絵素電極 1 6 に形成する開口部 1 4 a の数を増やすことによって、液晶表示装置の応答速度を改善することができる。また、絵素電極 1 6 を上層電極 1 4 と下層電極 1 2 とを有する 2 層構造電極とすることによって、開口部 1



4 aに対応する領域の液晶分子にも十分な電界を作用させることができるので、液晶表示装置の応答特性が向上する。

5 絵素電極 1 6 の上層電極 1 4 と下層電極 1 2 との間に設けられた誘電体層 1 3 が、上層電極 1 4 の開口部 1 4 a 内に穴（孔）または凹部を有する構成としてもよい。すなわち、2層構造の絵素電極 1 5 は、上層電極 1 4 の開口部 1 4 a 内に位置する誘電体層 1 3 の全部が除去された（穴が形成された）構造または一部が除去された（凹部が形成された）構造を有してもよい。

10 まず、図 2 4 を参照しながら、誘電体層 1 3 に穴が形成された絵素電極 1 6 を備える液晶表示装置 4 0 0 の構造と動作を説明する。以下では、簡単さのために、上層電極 1 4 に形成された 1 つの開口部 1 4 a に対して説明する。

15 液晶表示装置 4 0 0 は、絵素電極 1 6 の上層電極 1 4 が開口部 1 4 a を有するとともに、下層電極 1 2 と上層電極 1 4 との間に設けられている誘電体層 1 3 が、上層電極 1 4 が有する開口部 1 4 a に対応して形成された開口部 1 3 a を有し、この開口部 1 3 a 内に下層電極 1 2 が露出されている。誘電体層 1 3 の開口部 1 3 a の側壁は、一般にテーパ状に形成されている。液晶表示装置 4 0 0 は、誘電体層 1 3 が開口部 1 3 a を有していることを除いて、液晶表示装置 3 0 0 と実質的に同じ構造を有しており、2層構造の絵素電極 1 6 は、実質的に液晶表示装置 3 0 0 の絵素電極 1 6 と同じように作用し、電圧印加時に液晶層 3 0 に放射状傾斜配向状態をとる液晶ドメインを形成する。

液晶表示装置 400 の動作を図 24 (a) ~ (c) を参照しながら説明する。図 24 (a) ~ (c) は、液晶表示装置 300 についての図 23 (a) ~ (c) にそれぞれ対応する。

図 24 (a) に示したように、電圧無印加時 (OFF 状態) には、  
5 絵素領域内の液晶分子 30a は、両基板 11 および 21 の表面に対して垂直に配向している。ここでは、簡単さのために、開口部 13a の側壁による配向規制力は無視して説明する。

液晶層 30 に電圧を印加すると、図 24 (b) に示した等電位線 EQ で表される電位勾配が形成される。等電位線 EQ が上層電極 14 の開口部 14a に対応する領域で落ち込んでいる (「谷」が形成されている。) ことから分かるように、液晶表示装置 400 の液晶層 30 にも図 24 (b) に示した電位勾配と同様に、傾斜電界が形成されている。しかしながら、絵素電極 16 の誘電体層 13 が、上層電極 14 の開口部 14a に対応する領域に開口部 13a を有するので、開口部 14a 内 (開口部 13a 内) に対応する領域の液晶層 30 に印加される電圧は、下層電極 12 と対向電極 22 との電位差そのものであり、誘電体層 13 による電圧降下 (容量分割) が発生しない。すなわち、上層電極 14 と対向電極 22 との間に図示した 7 本の等電位線 EQ は、液晶層 30 全体に亘って 7 本であり (図  
10 23 (b) では、5 本の等電位線 EQ のうちの 1 本が誘電体層 13 中に侵入しているのに対し)、絵素領域全体に亘って一定の電圧が印加される。  
15  
20

このように、誘電体層 13 に開口部 13a を形成することによっ

て、開口部 1 3 a に対応する液晶層 3 0 にも、その他の領域に対応する液晶層 3 0 と同じ電圧を印加することできる。しかしながら、電圧が印加される液晶層 3 0 の厚さが絵素領域内の場所によって異なるので、電圧印加時のリタデーションの変化が場所によって異なり、その程度が著しく大きいと、表示品位が低下するという問題が発生する。

図 2 4 に示した構成においては、上層電極（開口部 1 4 a 以外の中実部）1 4 上の液晶層 3 0 の厚さ d 1 と、開口部 1 4 a（および穴 1 3 a）内に位置する下層電極 1 2 上の液晶層 3 0 の厚さ d 2 とは、誘電体層 1 3 の厚さ分だけ異なる。厚さ d 1 の液晶層 3 0 と厚さ d 2 の液晶層 3 0 とを同じ電圧範囲で駆動すると、液晶層 3 0 の配向変化に伴うリタデーションの変化量は、それぞれの液晶層 3 0 の厚さの影響を受けて互いに異なる。印加電圧と液晶層 3 0 のリタデーション量との関係が場所によって著しく異なると、表示品位を重視した設計においては透過率が犠牲になり、透過率を重視すると白表示の色温度がシフトし表示品位が犠牲になるという問題が発生する。したがって、液晶表示装置 4 0 0 を透過型液晶表示装置として用いる場合には、誘電体層 1 3 の厚さは薄い方がよい。

次に、絵素電極の誘電体層が凹部を有する液晶表示装置 5 0 0 の一絵素領域の断面構造を図 2 5 に示す。

液晶表示装置 5 0 0 の絵素電極 1 6 を構成する誘電体層 1 3 は、上層電極 1 4 の開口部 1 4 a に対応する凹部 1 3 b を有している。その他の構造は、図 2 4 に示した液晶表示装置 4 0 0 と実質的に同

じ構造を有している。

液晶表示装置 500 においては、絵素電極 16 が有する上層電極 14 の開口部 14a 内に位置する誘電体層 13 は完全に除去されていないので、開口部 14a 内に位置する液晶層 30 の厚さ  $d_3$  は、

5 液晶表示装置 500 における開口部 14a 内に位置する液晶層 30 の厚さ  $d_2$  よりも、凹部 13b 内の誘電体層 13 の厚さ分だけ薄い。また、開口部 14a 内に位置する液晶層 30 に印加される電圧は、凹部 13b 内の誘電体層 13 による電圧降下（容量分割）を受けるので、上層電極（開口部 14a を除く領域）14 上の液晶層 30 に

10 印加される電圧よりも低くなる。したがって、凹部 13b 内の誘電体層 13 の厚さを調整することによって、液晶層 30 の厚さの違いに起因するリタデーション量の違いと、液晶層 30 に印加される電圧の場所による違い（開口部 14a 内の液晶層に印加される電圧の低下量）との関係を制御し、印加電圧とリタデーションとの関係が

15 絵素領域内の場所に依存しないようにすることができる。より厳密には、液晶層の複屈折率、液晶層の厚さ、誘電体層の誘電率および誘電体層の厚さ、誘電体層の凹部の厚さ（凹部の深さ）を調整することによって、印加電圧とリタデーションとの関係を絵素領域内の場所で均一にすることができ、高品位な表示が可能となる。特に、

20 表面が平坦な誘電体層を有する透過型表示装置と比較し、上層電極 14 の開口部 14a に対応する領域の液晶層 30 に印加される電圧の低下による透過率の減少（光の利用効率の低下）が抑制される利点がある。

上述の説明は、絵素電極 1 6 を構成する上層電極 1 4 と下層電極 1 2 とに同じ電圧を供給した場合について説明したが、下層電極 1 2 と上層電極 1 4 とに異なる電圧を印加する構成とすれば、表示むらの無い表示が可能な液晶表示装置の構成のバリエーションを増やすことができる。例えば、上層電極 1 4 の開口部 1 4 a 内に誘電体層 1 3 を有する構成においては、上層電極 1 4 に印加する電圧よりも高い電圧を下層電極 1 2 に印加することによって、液晶層 3 0 に印加される電圧の大きさの絵素領域内でのばらつきを抑制することができる。但し、誘電体層 1 3 による電圧降下分だけ高い電圧を印加することで、上層電極 1 4 上の液晶層と下層電極 1 2 上の誘電体層 1 3 上の液晶層とに同じ強度の電界が発生すると、上層電極 1 4 のエッジ部において斜め電界が発生しないため、配向制御が出来ない。つまり、上層電極 1 4 上の液晶層に作用する電界の強度 > 下層電極 1 2 上の誘電体層 1 3 上の液晶層に作用する電界の強度、である必要がある。

2 層構造の絵素電極 1 6 を有する液晶表示装置は、透過型や反射型だけでなく、透過反射両用型の液晶表示装置（例えば、特開平 1 1 - 1 0 1 9 9 2 号公報参照）を構成することができる。

透過反射両用型液晶表示装置（以下、「両用型液晶表示装置」と略す）は、絵素領域内に、透過モードで表示を行う透過領域 T と、反射モードで表示を行う反射領域 R とを有する液晶表示装置を指す（図 2 3（a）参照）。透過領域 T および反射領域 R は、典型的には、透明電極および反射電極によって規定される。反射電極に代え

て、反射層と透明電極との組み合わせた構造によって、反射領域を規定することもできる。

この両用型液晶表示装置は、反射モードと透過モードとを切り替えて表示すること、または同時に両方の表示モードで表示することもできる。したがって、例えば、周囲光が明るい環境下では反射モードの表示を、暗い環境では透過モードの表示を実現することができる。また、両方のモードの表示を同時に行うと、透過モードの液晶表示装置を周囲光が明るい環境下（蛍光灯の光や太陽光が直接特定の角度で表示面に入射する状態）で使用したときに見られるコントラスト比の低下を抑制することができる。このように、透過型液晶表示装置の欠点を補うことができる。なお、透過領域Tと反射領域Rとの面積の比率は、液晶表示装置の用途に応じて適宜設定され得る。また、専ら透過型として用いる液晶表示装置においては、反射モードでの表示ができない程度にまで反射領域の面積比率を小さくしても、上述した透過型液晶表示装置の欠点を補うことができる。

図23(a)に示したように、例えば、液晶表示装置300の上層電極14を反射電極とし、下層電極12を透明電極とすることによって、両用型液晶表示装置を得ることができる。両用型液晶表示装置は、この例に限られず、上述した液晶表示装置において、上層電極14および下層電極12の内のいずれか一方を透明導電層とし、他方を反射導電層とすることによって得られる。但し、反射モードと透過モードの表示の電圧－透過率特性を互いに整合させるためには、反射領域Rの液晶層30の厚さ（例えば図24(a)のd1）

が、透過領域Tの液晶層30の厚さ（例えば図24（a）のd2）の約半分となるように構成することが好ましい。勿論、液晶層の厚さを調整する代わりに、上層電極14に印加する電圧と、下層電極12に印加する電圧とを調整してもよい。

5

### 産業上の利用可能性

本発明によると、広視野角特性を有し、表示特性に優れた液晶表示装置が提供される。

10 本発明によると、放射状傾斜配向を有する液晶ドメインが安定に、高い連続性を有するように形成されるので、従来の広視野角特性を有する液晶表示装置の表示品位をさらに向上することができる。

また、配向規制構造によって、電極の接続部上に位置する液晶層の配向状態が安定化されるので、いっそう高品位の表示が実現される。

15

## 請 求 の 範 囲

1. 第1基板と、第2基板と、前記第1基板と前記第2基板との間に設けられた液晶層とを有し、

5 前記第1基板の前記液晶層側に設けられた第1電極と、前記第2基板に設けられ前記第1電極に前記液晶層を介して対向する第2電極とによって、それぞれが規定される複数の絵素領域を有し、

10 前記複数の絵素領域のそれぞれにおいて、前記第1電極は、複数の開口部と、中実部とを有し、前記液晶層は、前記第1電極と前記第2電極との間に電圧が印加されていないときに垂直配向状態をとり、且つ、前記第1電極と前記第2電極との間に電圧が印加されたときに、前記第1電極の前記複数の開口部のエッジ部に生成される斜め電界によって、前記複数の開口部および前記中実部に、それぞれが放射状傾斜配向状態をとる複数の液晶ドメインを形成する液晶表示装置であって、

15 前記第1電極の前記中実部は、複数の単位中実部と、それぞれが前記複数の単位中実部のうちの少なくとも3つの単位中実部を相互に接続する複数の接続部とを有し、

20 前記第2基板は、前記複数の接続部のそれぞれに対応する領域に、前記複数の接続部のそれぞれ上に位置する前記液晶層の液晶分子を少なくとも前記第1電極と前記第2電極との間に電圧が印加された状態において放射状傾斜配向させる配向規制力を発現する第1配向規制構造を有する、液晶表示装置。

25 2. 前記液晶層は、前記第1配向規制構造が発現する配向規制力



によって、前記複数の接続部のそれぞれにも放射状傾斜配向状態をとる液晶ドメインを形成する、請求項 1 に記載の液晶表示装置。

3. 前記複数の接続部のそれぞれは、前記複数の単位中実部のうちの 4 つの単位中実部を相互に接続する、請求項 1 または 2 に記載の液晶表示装置。

4. 前記複数の単位中実部のそれぞれは、複数の角部を有し、  
前記複数の接続部のそれぞれは、隣接する単位中実部を前記角部を介して相互に接続する、請求項 1 から 3 のいずれかに記載の液晶表示装置。

5. 前記複数の角部のそれぞれは、鋭角化された角部である請求項 4 に記載の液晶表示装置。

6. 前記複数の角部は、4 つの角部である請求項 4 または 5 に記載の液晶表示装置。

7. 前記第 1 配向規制構造は、前記第 1 電極と前記第 2 電極との間に電圧が印加されていない状態においても配向規制力を発現する、請求項 1 から 6 のいずれかに記載の液晶表示装置。

8. 前記第 1 配向規制構造は、前記第 2 基板の前記液晶層側に突き出た凸部を含む、請求項 1 から 7 のいずれかに記載の液晶表示装置。

9. 前記第1配向規制構造は、前記第2基板の前記液晶層側に設けられた水平配向性の表面を含む、請求項1から7のいずれかに記載の液晶表示装置。

5 10. 前記第1配向規制構造は、前記第2基板の前記液晶層側に設けられた表面であって、前記液晶層の液晶分子を垂直配向状態よりも小さな角度で傾斜させる表面を含む、請求項1から7のいずれかに記載の液晶表示装置。

10 11. 前記第1配向規制構造は、前記第1電極と前記第2電極との間に電圧が印加された状態においてのみ配向規制力を発現する、請求項1から6のいずれかに記載の液晶表示装置。

15 12. 前記第1配向規制構造は、前記第2電極に設けられた開口部を含む、請求項1から6および11のいずれかに記載の液晶表示装置。

20 13. 前記第2基板は、前記複数の単位中実部のそれぞれに対応する領域に、前記複数の単位中実部のそれぞれに対応して形成される前記液晶ドメイン内の液晶分子を少なくとも前記第1電極と前記第2電極との間に電圧が印加された状態において放射状傾斜配向させる配向規制力を発現する第2配向規制構造を有する、請求項1から12のいずれかに記載の液晶表示装置。

25 14. 前記第2配向規制構造は、前記複数の単位中実部のそれぞれの中央付近に対応する領域に設けられている、請求項13に記載

の液晶表示装置。

15 15. 前記複数の単位中実部のそれぞれに対応して形成される前記液晶ドメイン内において、前記第2配向規制構造による配向規制方向は、前記斜め電界による放射状傾斜配向の方向と整合する、請求項13または14に記載の液晶表示装置。

10 16. 前記第2配向規制構造は、前記第1電極と前記第2電極との間に電圧が印加されていない状態においても配向規制力を発現する、請求項13から15のいずれかに記載の液晶表示装置。

15 17. 前記第2配向規制構造は、前記第2基板の前記液晶層側に突き出た凸部を含む、請求項13から16のいずれかに記載の液晶表示装置。

18. 前記第2配向規制構造は、前記第2基板の前記液晶層側に設けられた水平配向性の表面を含む、請求項13から16のいずれかに記載の液晶表示装置。

20 19. 前記第2配向規制構造は、前記第2基板の前記液晶層側に設けられた表面であって、前記液晶層の液晶分子を垂直配向状態よりも小さな角度で傾斜させる表面を含む、請求項13から16のいずれかに記載の液晶表示装置。

25 20. 前記第2配向規制構造は、前記第1電極と前記第2電極との間に電圧が印加された状態においてのみ配向規制力を発現する、

請求項 1 3 から 1 5 のいずれかに記載の液晶表示装置。

5      2 1 .      前記第 2 配向規制構造は、前記第 2 電極に設けられた開口部を含む、請求項 1 3 から 1 5 および 2 0 のいずれかに記載の液晶表示装置。

2 2 .      前記複数の単位中実部のそれぞれの形状は、回転対称性を有する、請求項 1 から 2 1 のいずれかに記載の液晶表示装置。

10      2 3 .      前記複数の単位中実部のそれぞれの形状は、4 回回転対称性を有する略星形である、請求項 1 から 2 2 のいずれかに記載の液晶表示装置。

15      2 4 .      前記複数の単位中実部は、実質的に、等しい形状で等しい大きさを有し、回転対称性を有するように配置された少なくとも 1 つの単位格子を形成する、請求項 1 から 2 3 のいずれかに記載の液晶表示装置。

20      2 5 .      前記複数の開口部の少なくとも一部の開口部は、実質的に、等しい形状で等しい大きさを有し、回転対称性を有するように配置された少なくとも 1 つの単位格子を形成する、請求項 1 から 2 4 のいずれかに記載の液晶表示装置。

25      2 6 .      前記複数の開口部の前記少なくとも一部の開口部のそれぞれの形状は、回転対称性を有する、請求項 2 5 に記載の液晶表示装置。

27. 前記第1基板は、前記複数の絵素領域のそれぞれに対応して設けられたスイッチング素子をさらに有し、

5 前記第1電極は、前記複数の絵素領域毎に設けられ、前記スイッチング素子によってスイッチングされる絵素電極であり、前記第2電極は、前記複数の絵素電極に対向する少なくとも1つの対向電極である請求項1から26のいずれかに記載の液晶表示装置。

10 28. 第1基板と、第2基板と、前記第1基板と前記第2基板との間に設けられた液晶層とを有し、

前記第1基板の前記液晶層側に設けられた第1電極と、前記第2基板に設けられ前記第1電極に前記液晶層を介して対向する第2電極とによって、それぞれが規定される複数の絵素領域を有し、

15 前記複数の絵素領域のそれぞれにおいて、前記液晶層は、前記第1電極と前記第2電極との間に電圧が印加されていないときに垂直配向状態をとる液晶表示装置であって、

20 前記複数の絵素領域のそれぞれにおいて、前記第1電極は、複数の開口部と、それぞれが鋭角化された4つの角部を有する略星形の複数の導電部と、それぞれが前記複数の導電部のうちの4つの導電部を前記角部を介して相互に接続する複数の接続部とを有し、

前記第2基板は、前記複数の接続部のそれぞれに対応する領域に、前記液晶層側に突き出た凸部を有する、液晶表示装置。

25 29. 前記第2基板は、前記複数の導電部のそれぞれに対応する領域に、前記液晶層側に突き出たさらなる凸部を有する、請求項28に記載の液晶表示装置。

30. 第1基板と、第2基板と、前記第1基板と前記第2基板との間に設けられた液晶層とを有し、

5 前記第1基板の前記液晶層側に設けられた第1電極と、前記第2基板に設けられ前記第1電極に前記液晶層を介して対向する第2電極とによって、それぞれが規定される複数の絵素領域を有し、

前記複数の絵素領域のそれぞれにおいて、前記液晶層は、前記第1電極と前記第2電極との間に電圧が印加されていないときに垂直配向状態をとる液晶表示装置であって、

10 前記複数の絵素領域のそれぞれにおいて、前記第1電極は、複数の開口部と、それぞれが鋭角化された4つの角部を有する略星形の複数の導電部と、それぞれが前記複数の導電部のうちの4つの導電部を前記角部を介して相互に接続する複数の接続部とを有し、

15 前記第2電極は、前記複数の接続部のそれぞれに対応する領域に設けられた開口部を含む、液晶表示装置。

31. 前記第2電極は、前記複数の導電部のそれぞれに対応する領域に設けられたさらなる開口部を有する、請求項30に記載の液晶表示装置。

図1

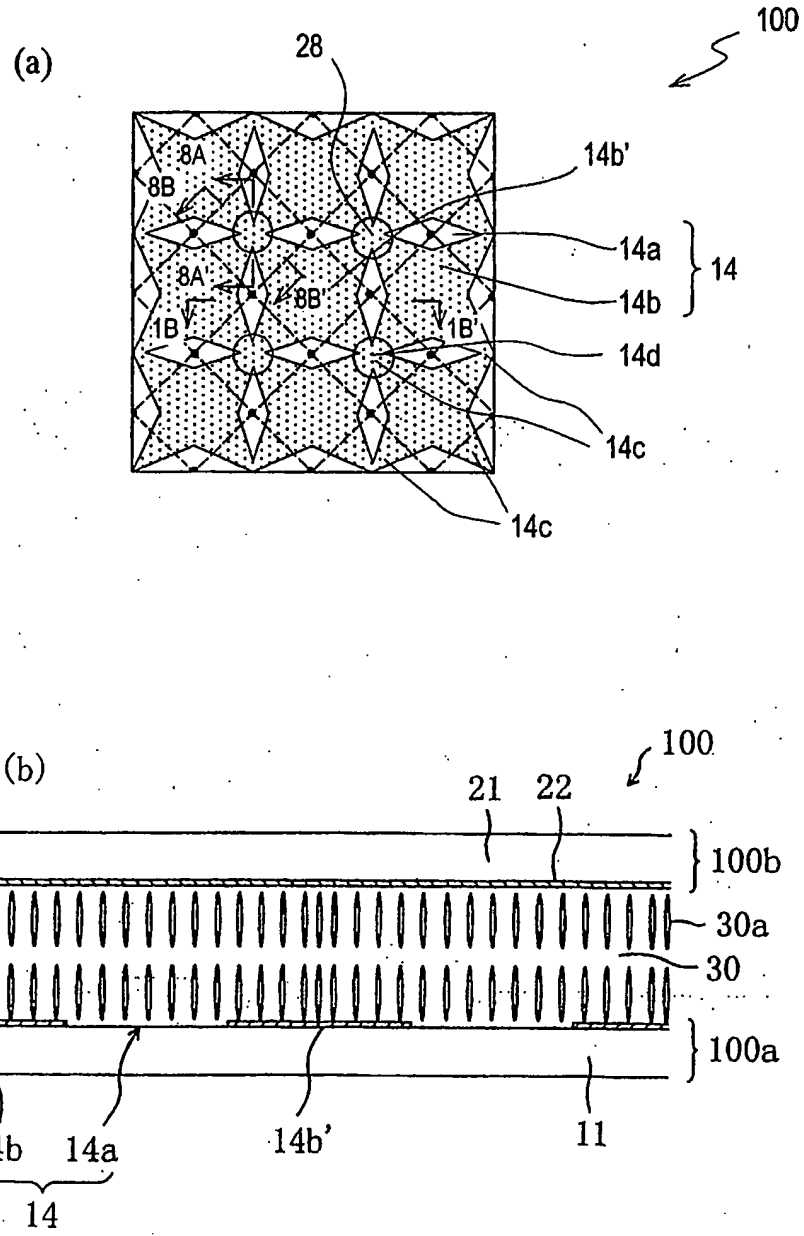


図 2

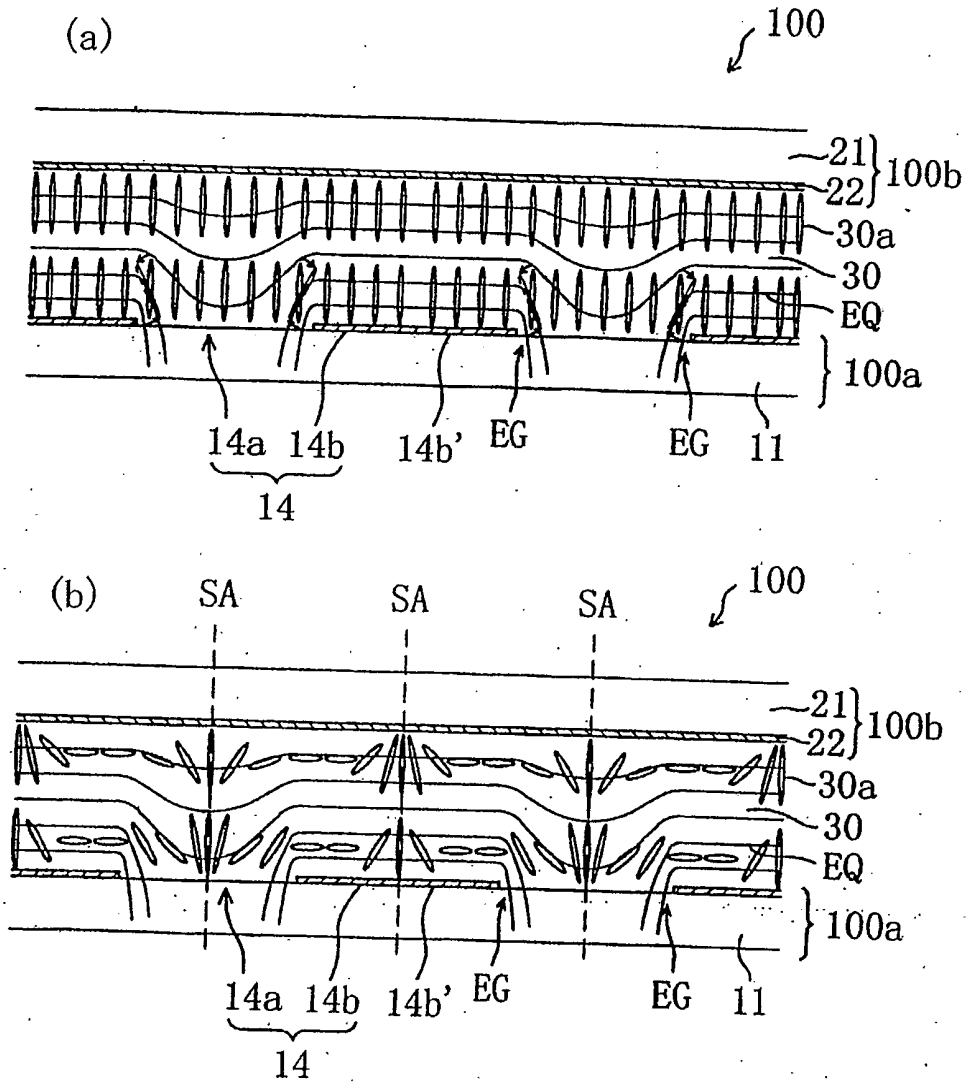
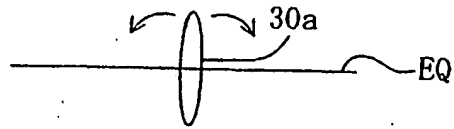


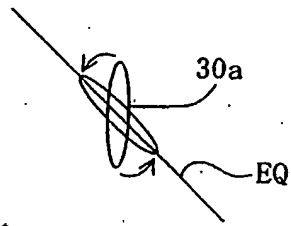


図 3

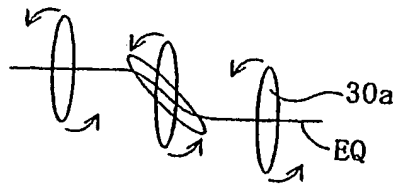
(a)



(b)



(c)



(d)

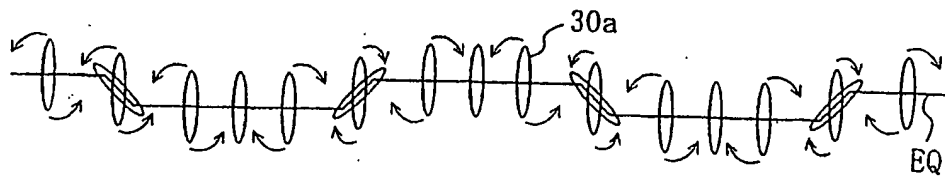


図4

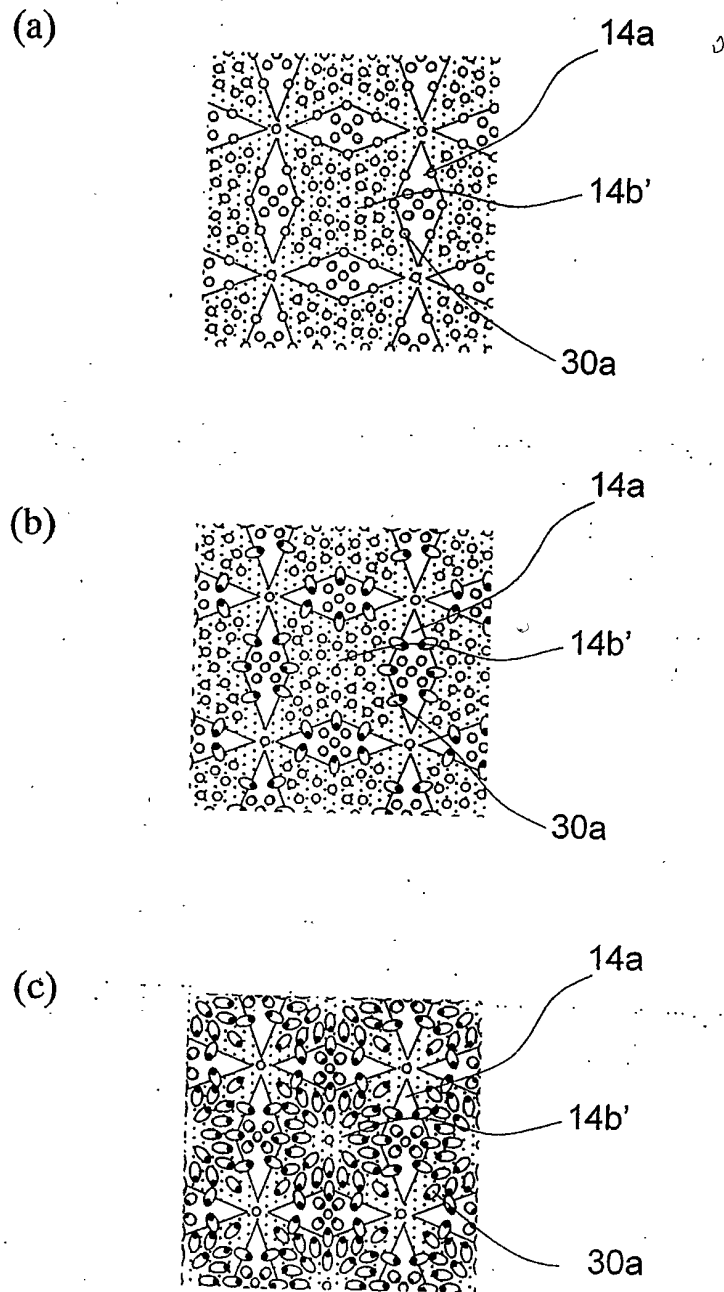


図 5

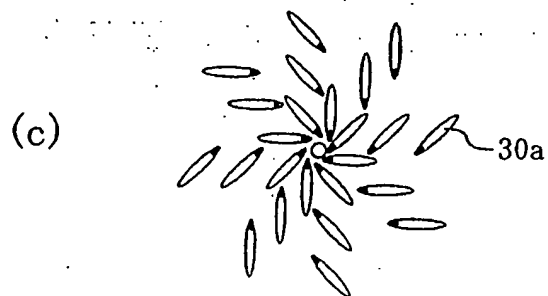
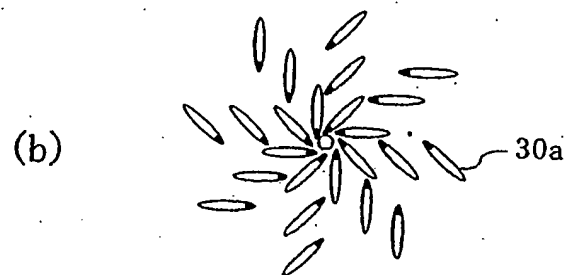
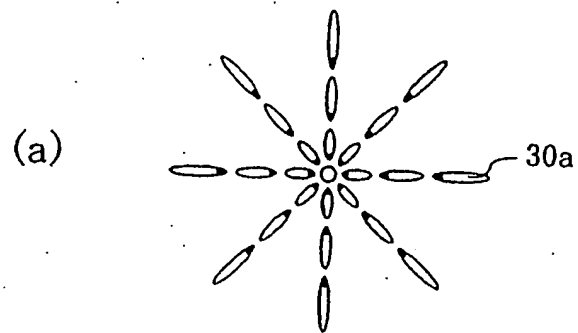


図6

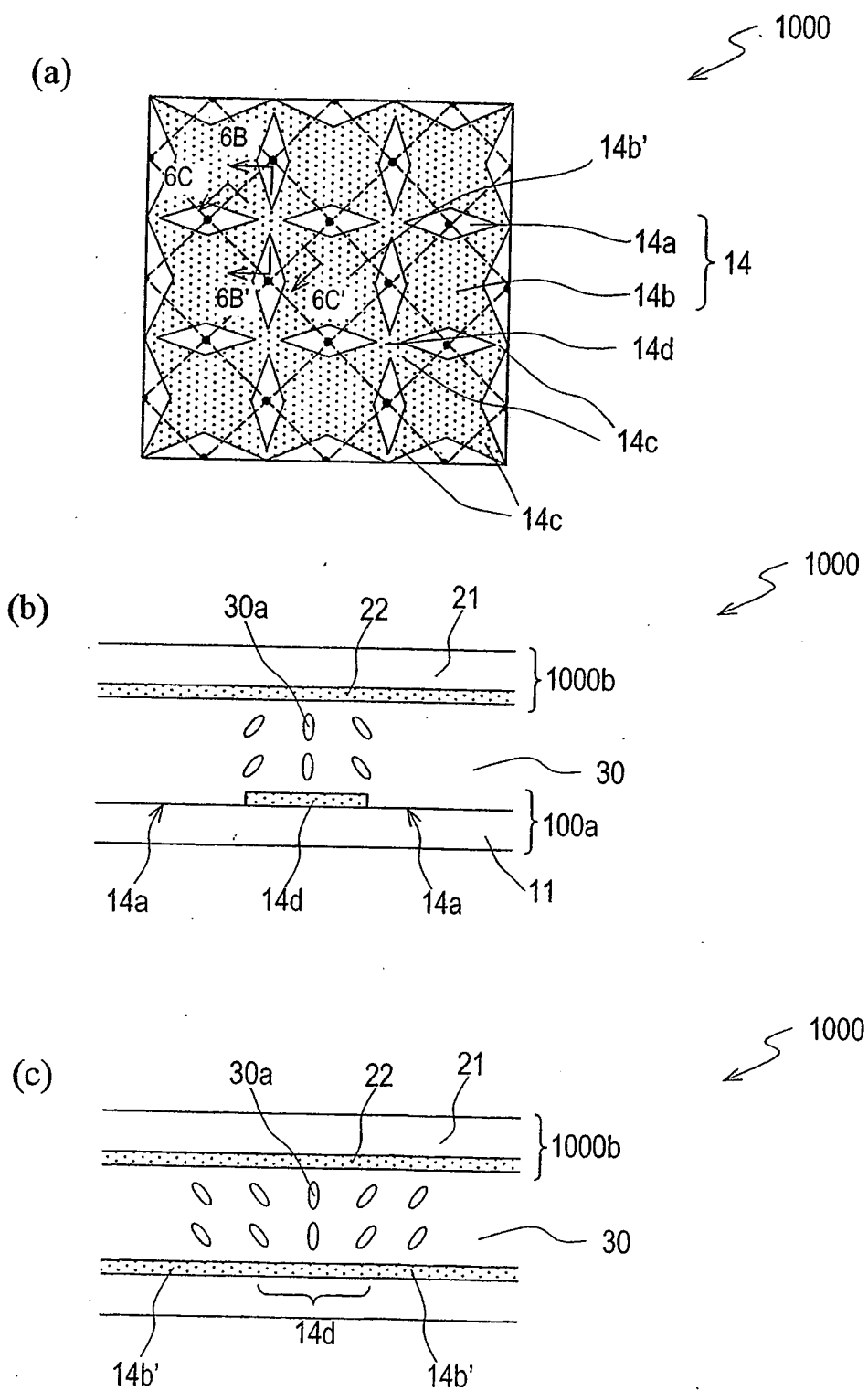


図 7

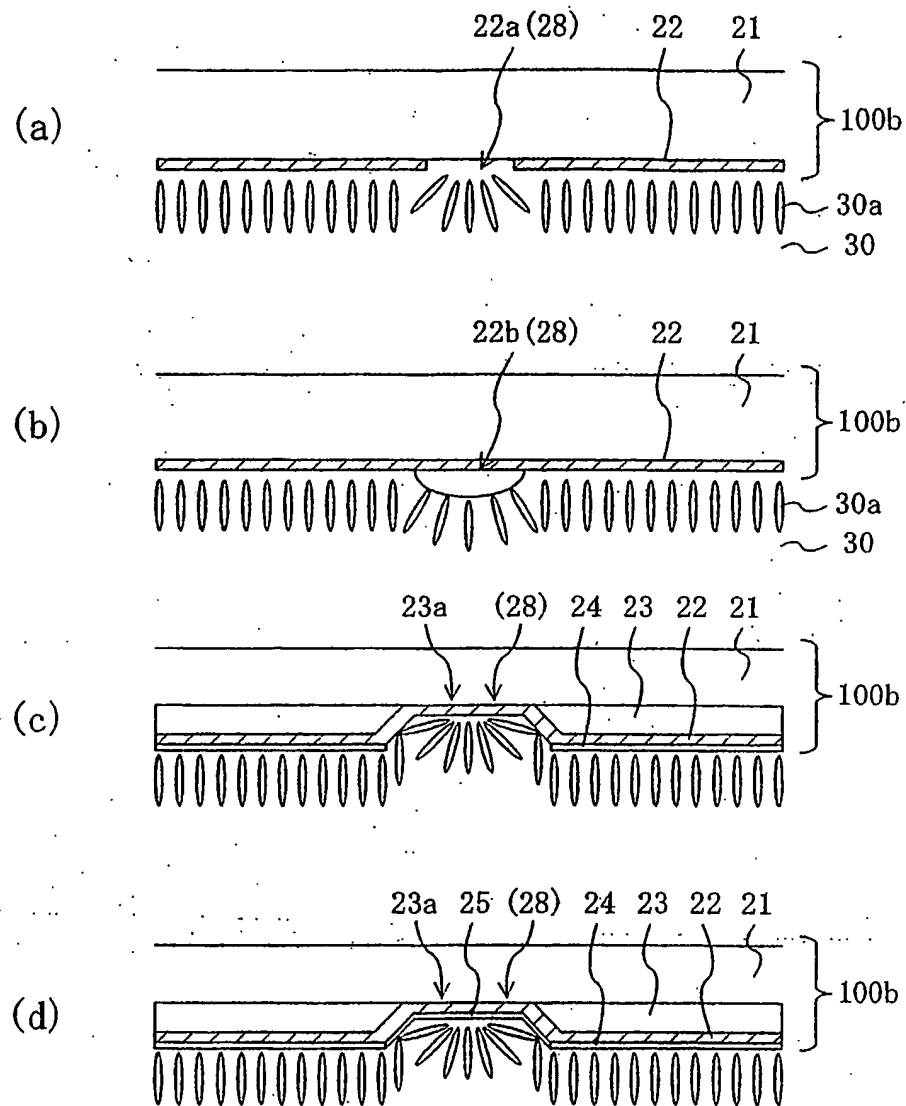


図8

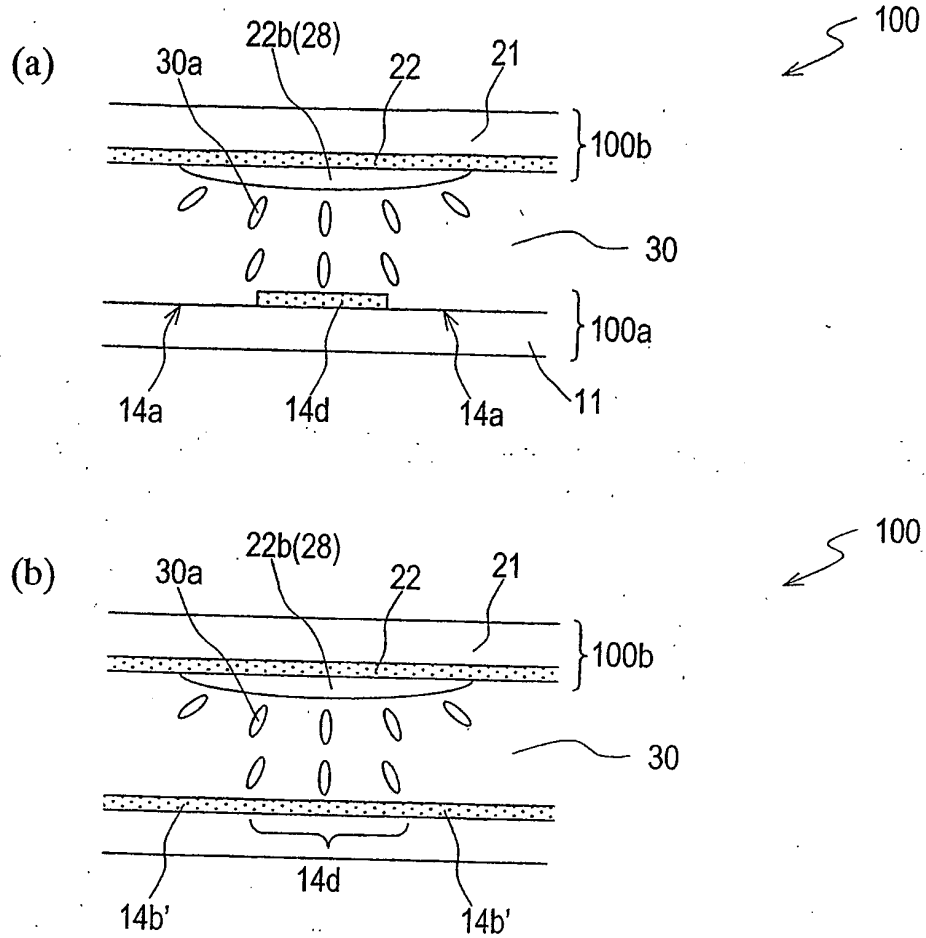


図9

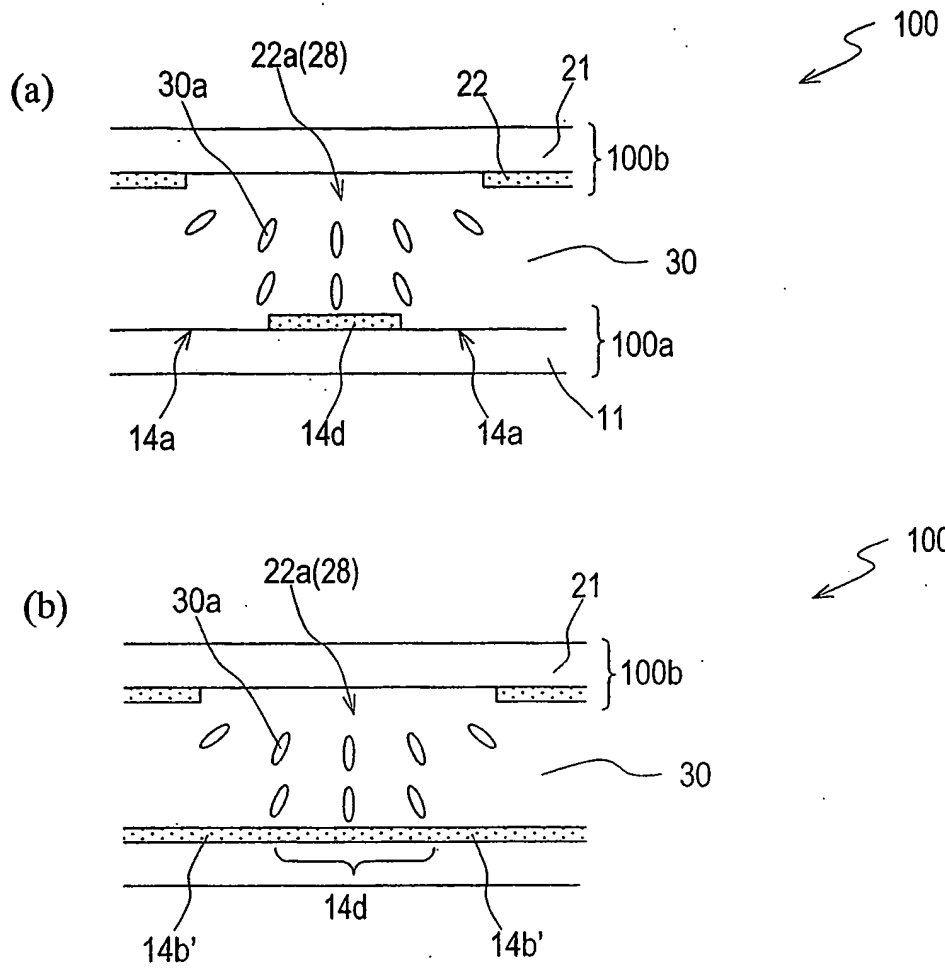


図10

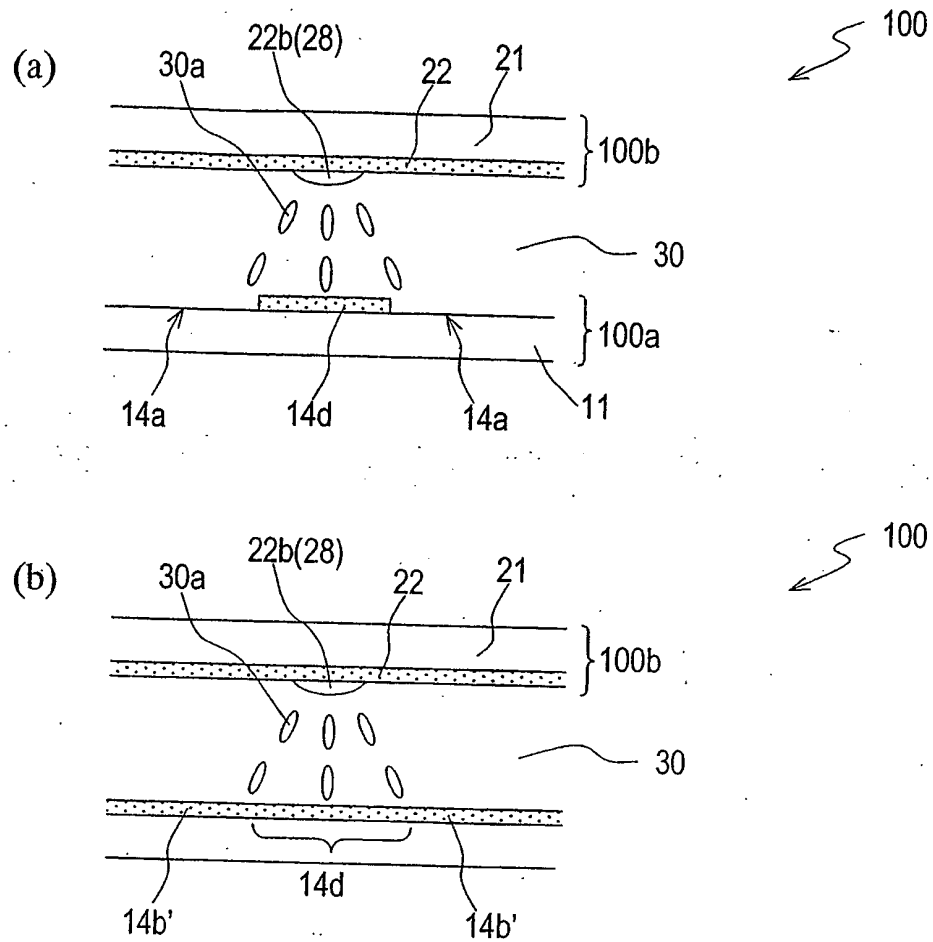




図11

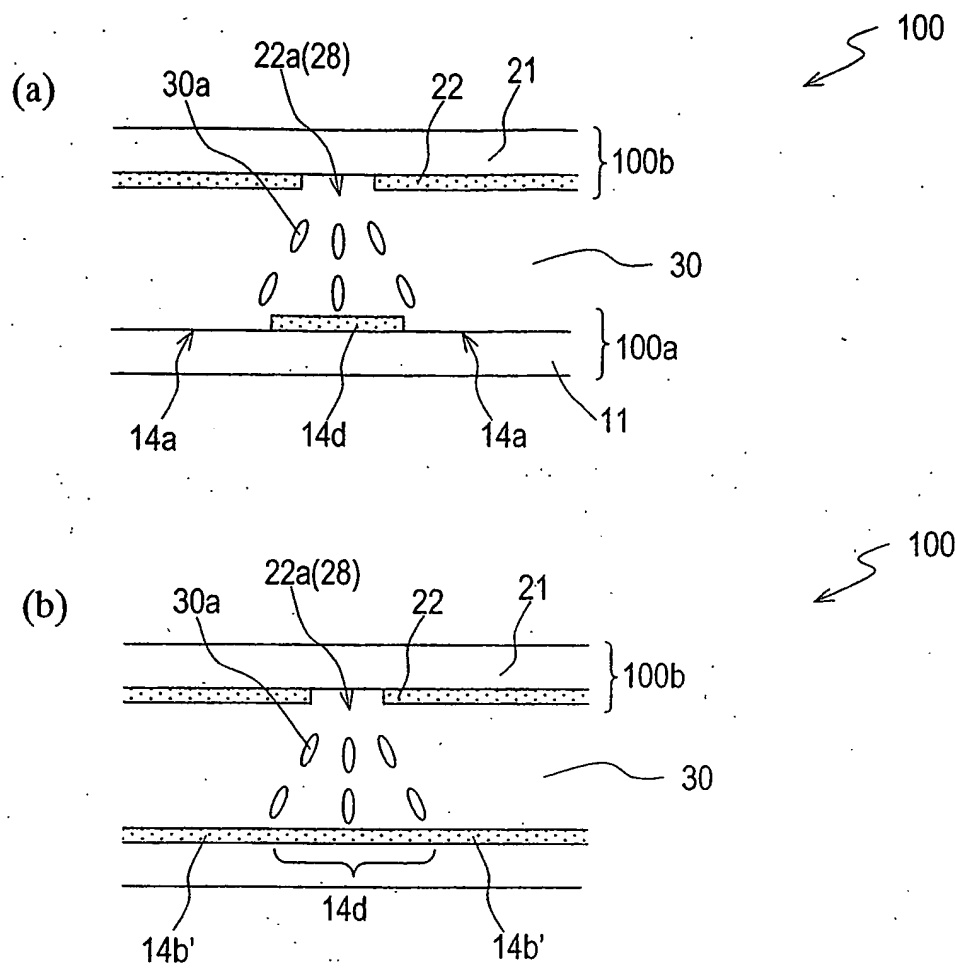


図12

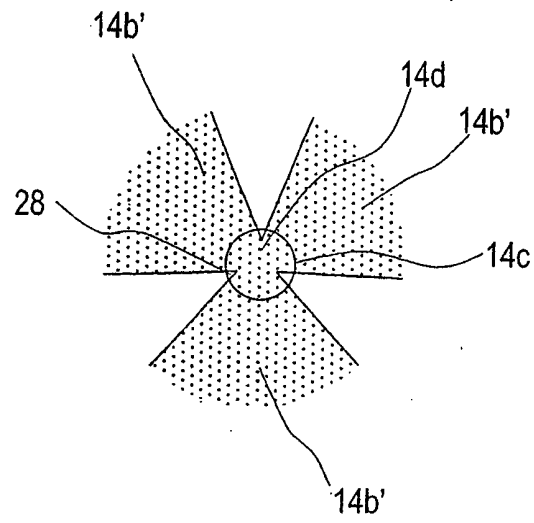


図13

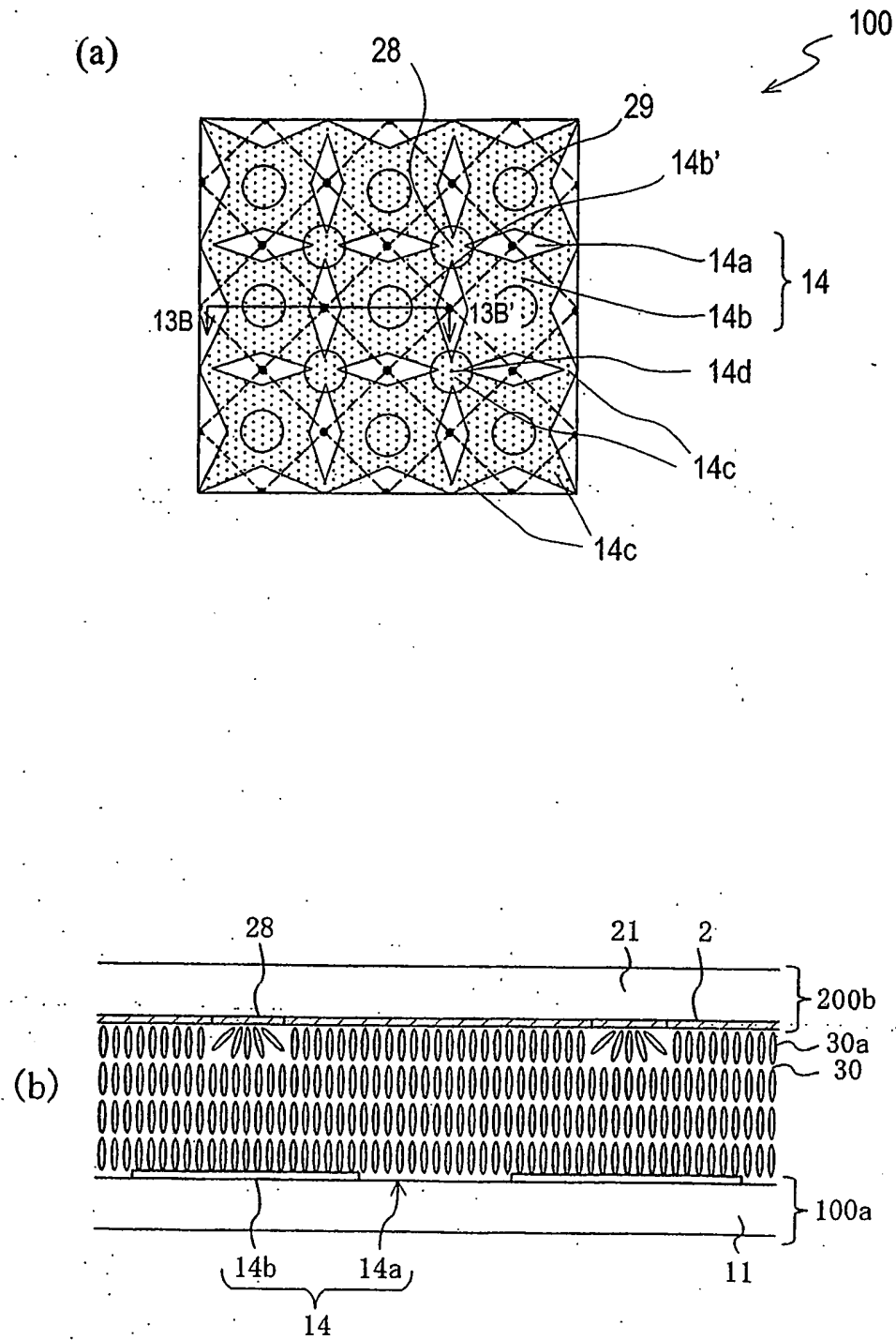


図 14

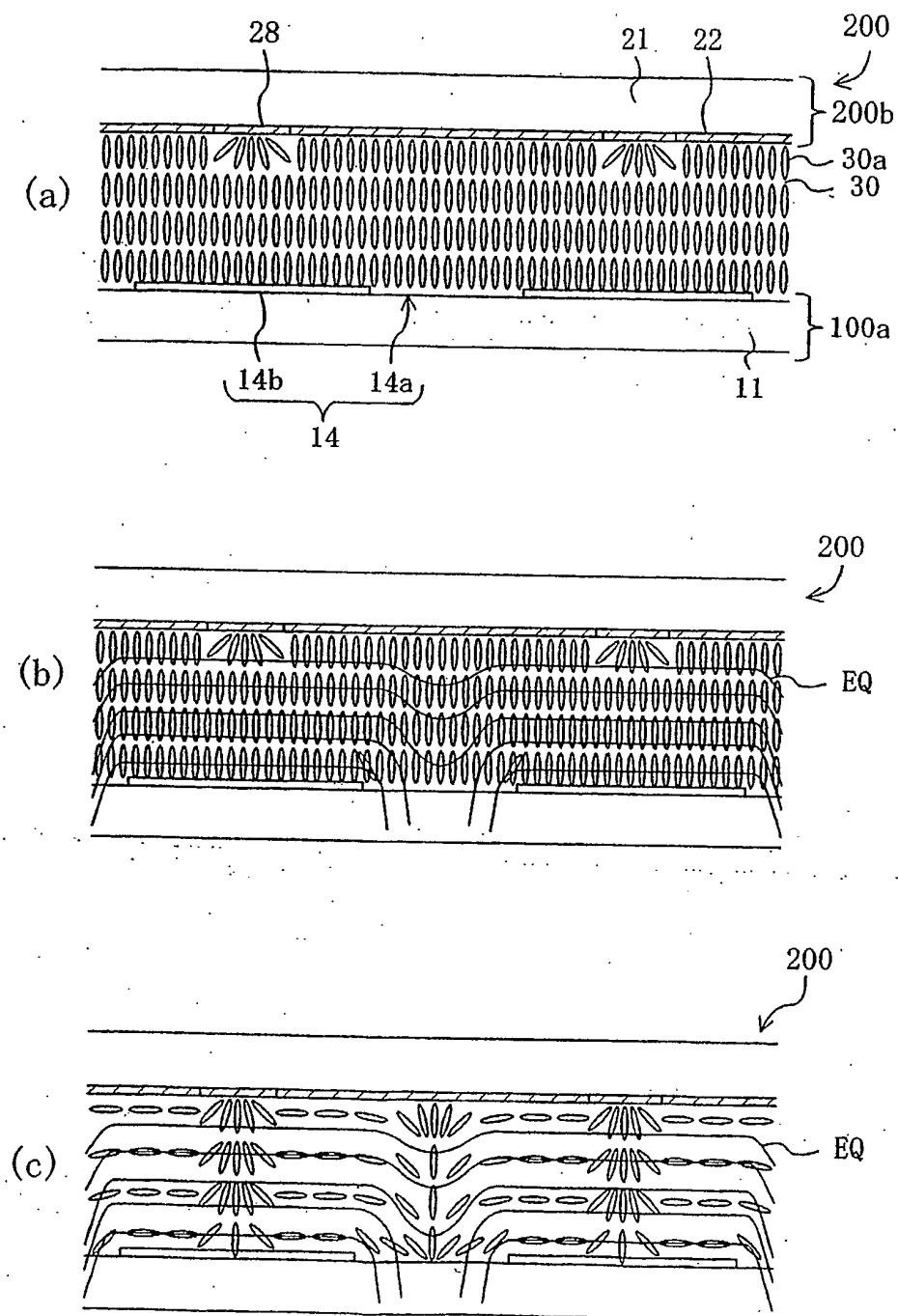
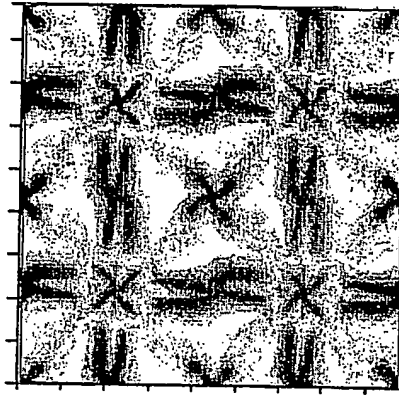
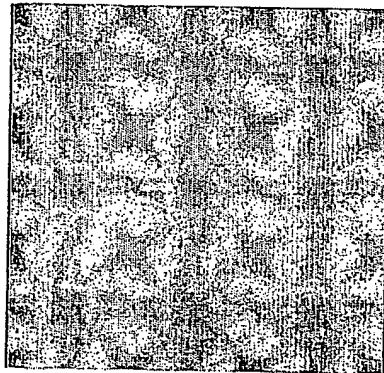


図15

(a)



(b)



(c)

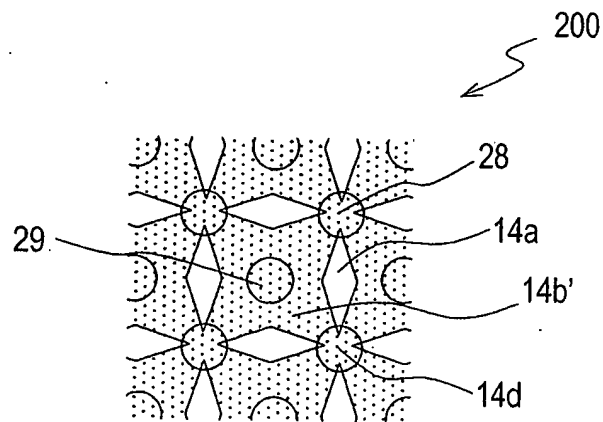
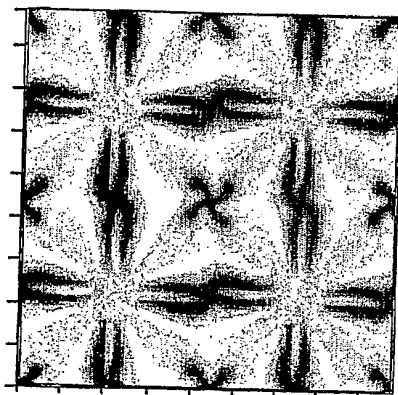
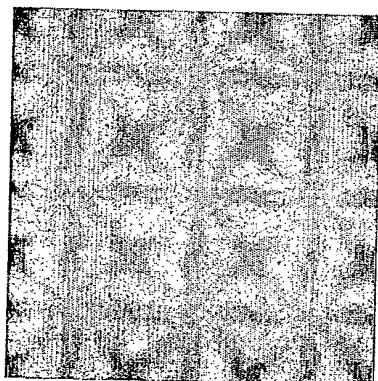


図16

(a)



(b)



(c)

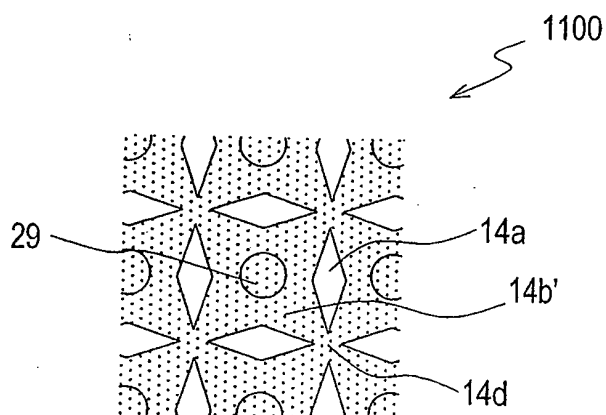


図17

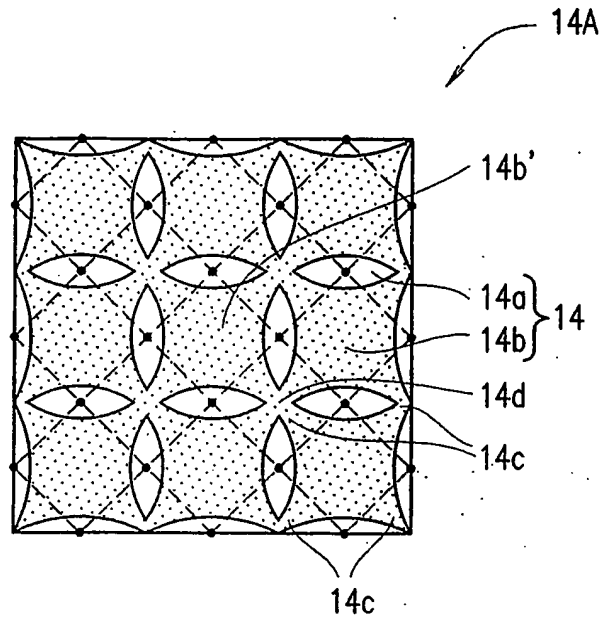


図18

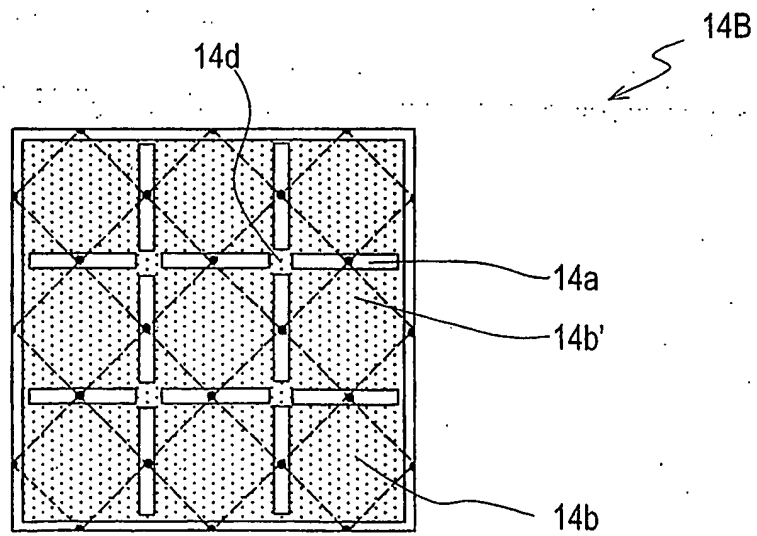


図19

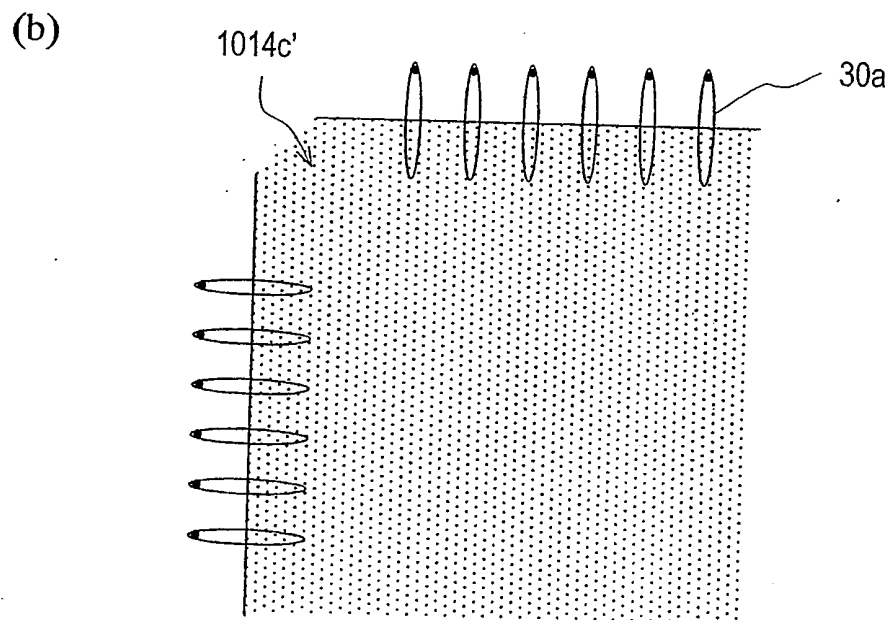
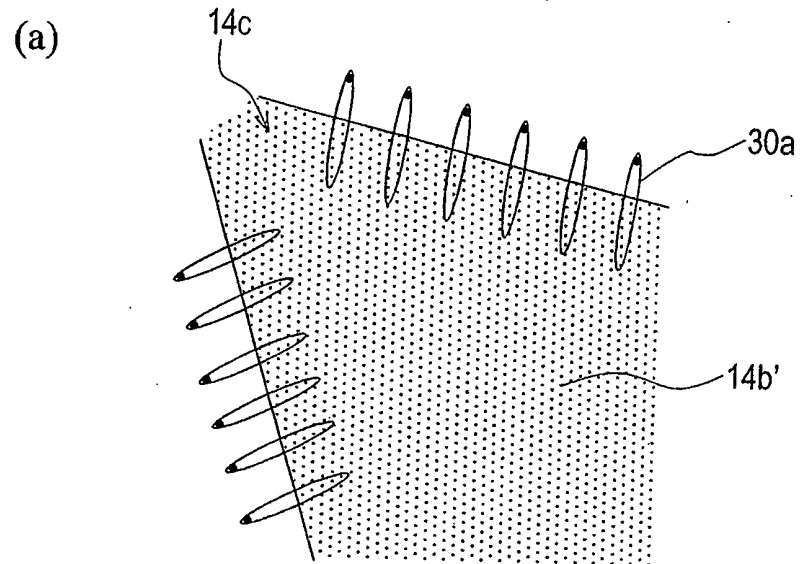
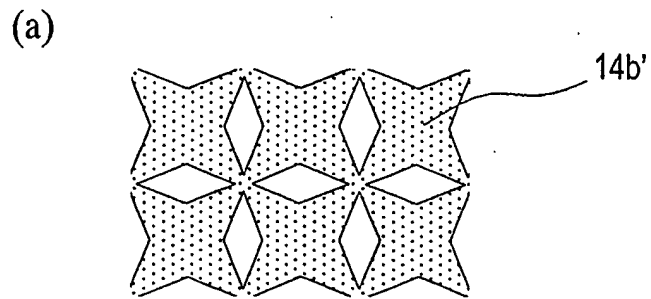
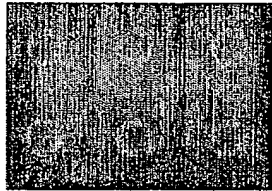




図20



(b) 電圧印加直後



(c) 安定状態

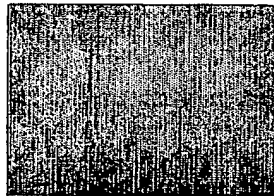
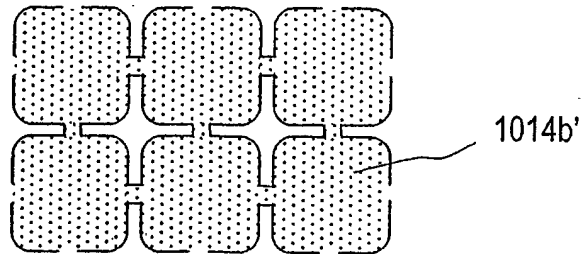


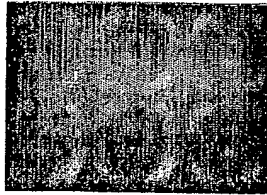
図21

(a)



(b)

電圧印加直後



(c)

安定状態

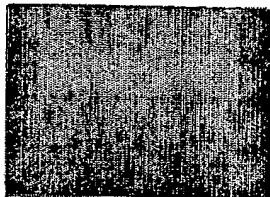


図22

1. 2V→2.85V応答波形

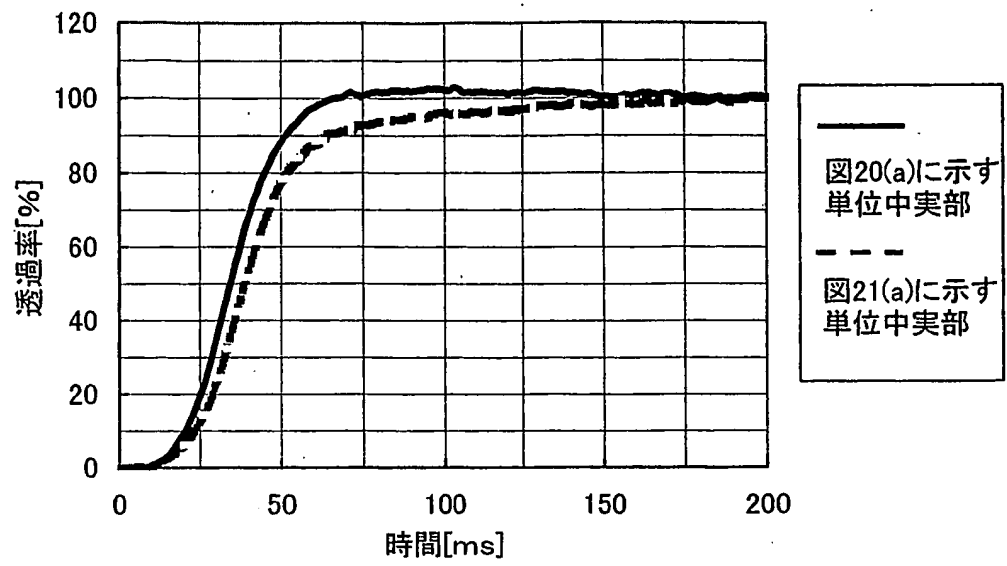
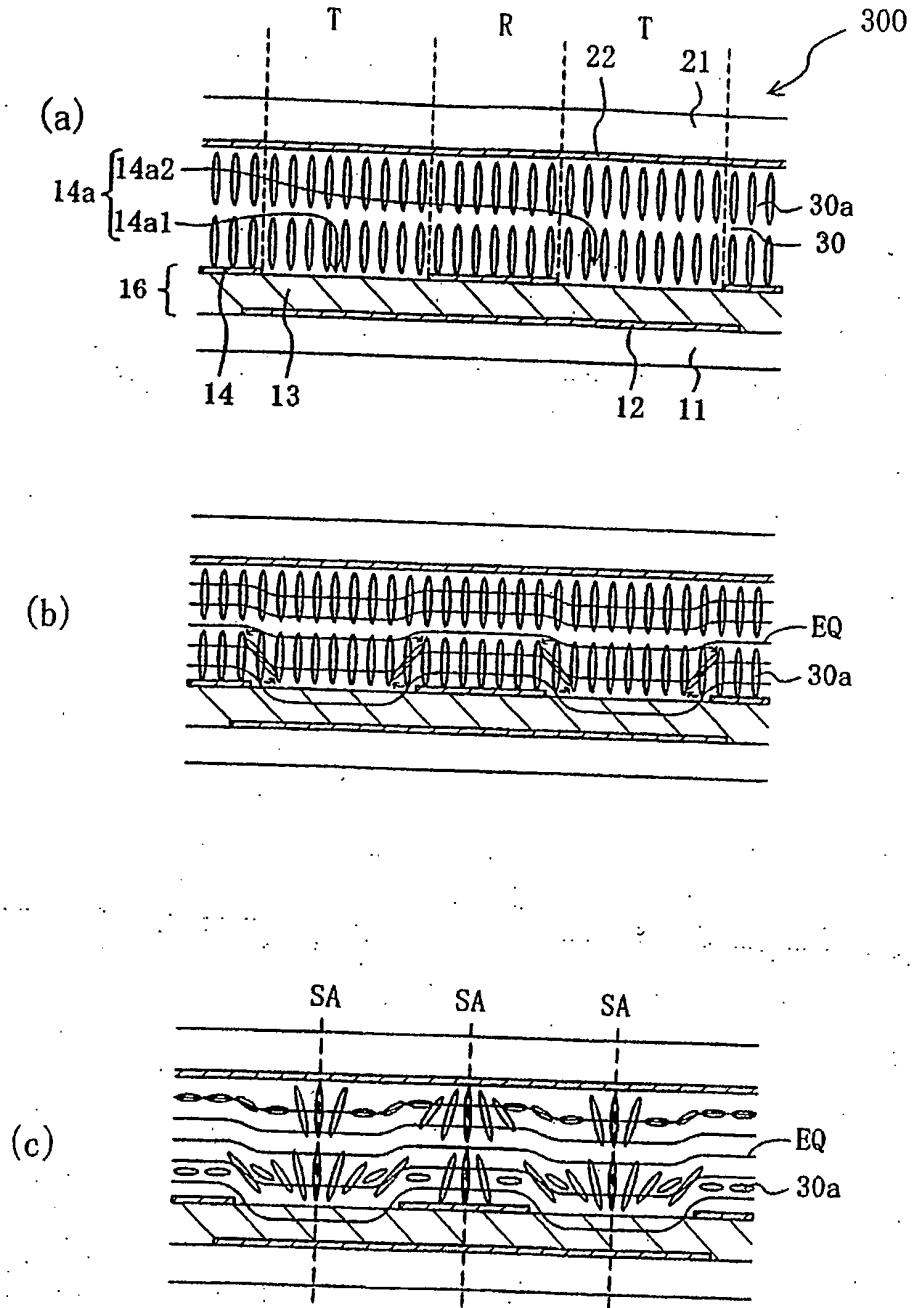


図 23



24

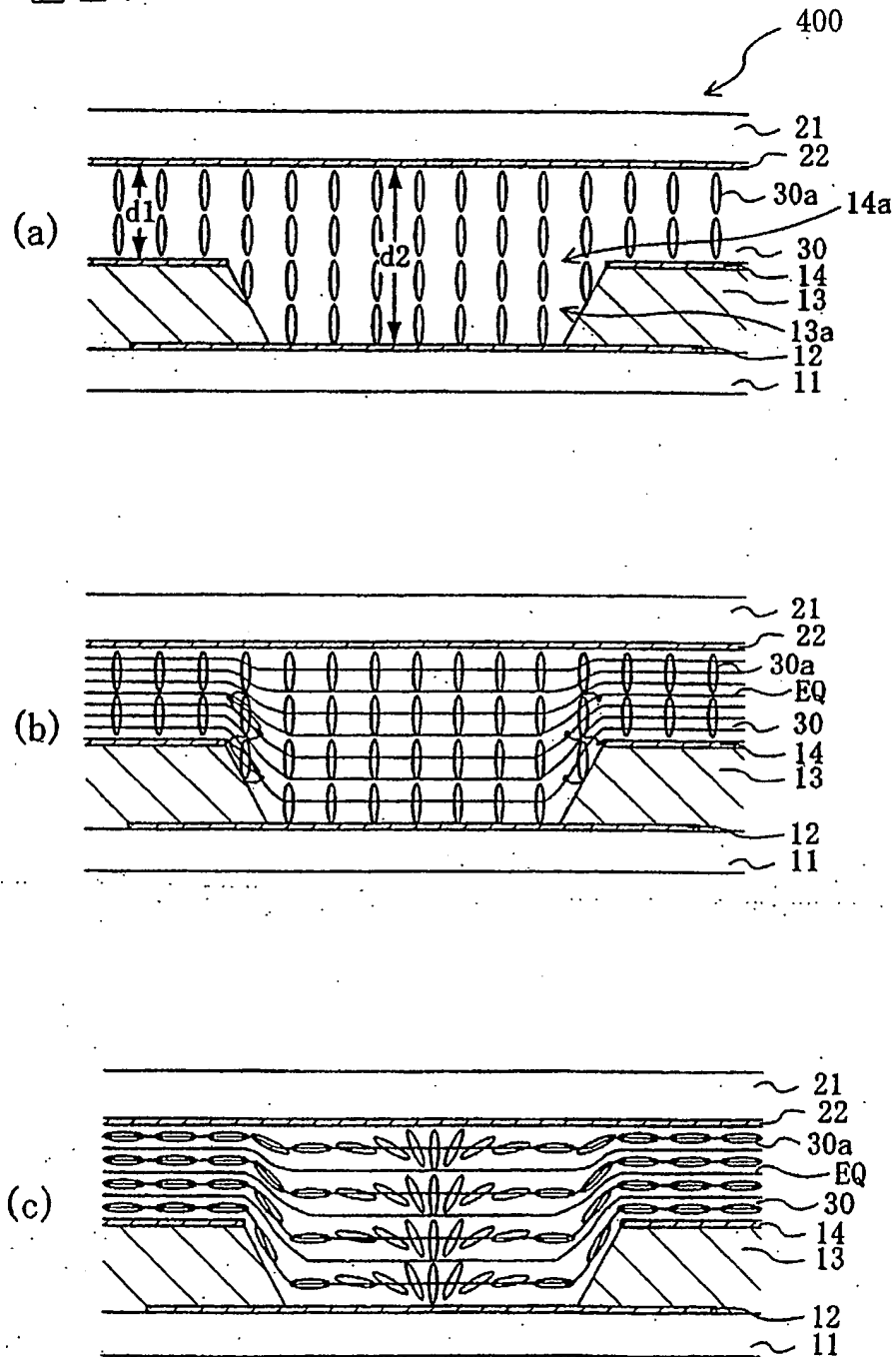


図 25

